

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-050063
 (43)Date of publication of application : 23.02.2001

(51)Int.CI. F02D 13/02
 F01L 1/34
 F02D 17/00

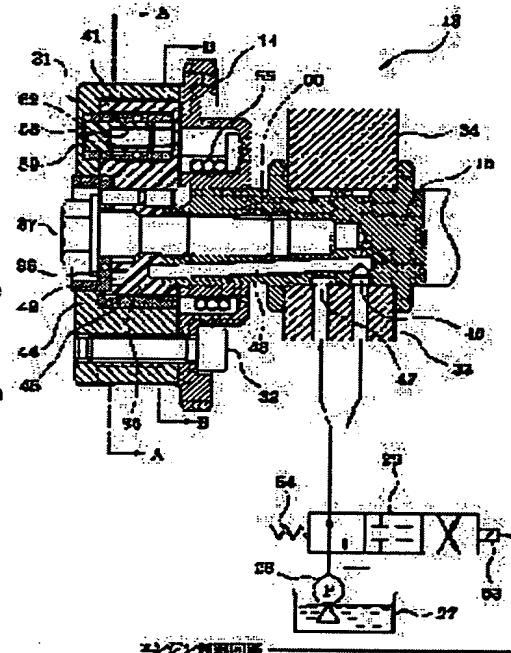
(21)Application number : 11-222031 (71)Applicant : DENSO CORP
 (22)Date of filing : 05.08.1999 (72)Inventor : SATO OSAMU
 OKADA MOTOHIRO
 INOUE MASAOMI

(54) VARIABLE VALVE TIMING CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To lock a camshaft phase at an intermediate lock phase reliably.

SOLUTION: When an ignition switch is turned off, a hydraulic control valve 29 is controlled at an advanced angle and a camshaft phase is advanced by moving a rotor 35 relatively in the advanced angle direction with respect to a housing 31. After that, if the camshaft phase is advanced beyond an intermediate lock phase, the hydraulic control valve 29 performs feed back control to return the camshaft phase to the intermediate lock phase. During the lock advance angle control while the camshaft phase is controlled near the intermediate lock phase, when spring force of a spring 62 of a lock pin 58 becomes stronger than hydraulic pressure, the lock pin 58 is fitted into a lock hole 59 and the camshaft phase is locked at the intermediate lock phase. Thereby, even when the camshaft phase is at a delay angle side compared to the intermediate lock phase while the ignition switch is turned off, the camshaft phase can be reliably locked at the intermediate lock phase.



Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-50063

(P2001-50063A)

(43)公開日 平成13年2月23日 (2001.2.23)

(51)Int.Cl.⁷
F 02 D 13/02
F 01 L 1/34
F 02 D 17/00

識別記号

F I
F 02 D 13/02
F 01 L 1/34
F 02 D 17/00

テ-マコード(参考)
G 3 G 0 1 6
E 3 G 0 9 2
H

審査請求 未請求 請求項の数12 O.L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平11-222031
(22)出願日 平成11年8月5日(1999.8.5)

(71)出願人 000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(72)発明者 佐藤 修
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内
(72)発明者 岡田 基裕
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内
(74)代理人 100098420
弁理士 加古 宗男

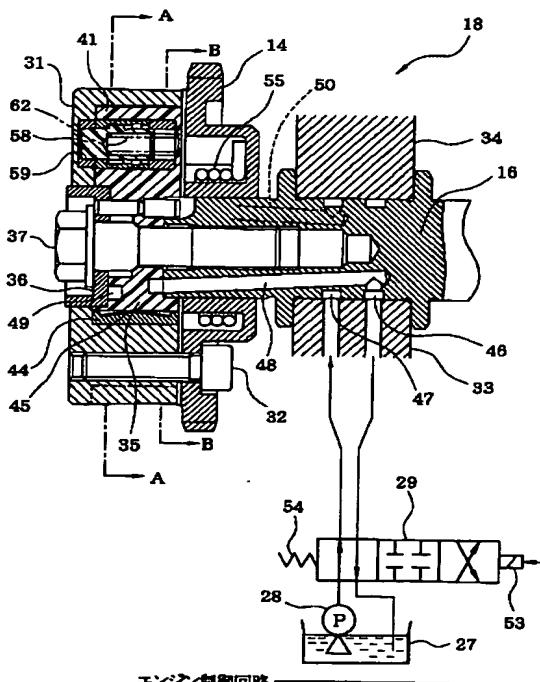
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内燃機関の可変バルブタイミング制御装置

(57)【要約】

【課題】 カム軸位相を中間ロック位相で確実にロックできるようにする。

【解決手段】 イグニッシュンスイッチがオフされると、油圧制御弁29を進角制御して、ハウジング31に対してロータ35を進角方向に相対回動させてカム軸位相を進角させる。その後、カム軸位相が中間ロック位相を通り越して進角した場合は、油圧制御弁29をフィードバック制御してカム軸位相を中間ロック位相に戻す。このようなロック進角制御によって、カム軸位相が中間ロック位相付近に制御されている間に、ロックピン58のスプリング62のばね力が油圧に打ち勝つようになると、ロックピン58がロック穴59に嵌まり込み、カム軸位相が中間ロック位相でロックされる。これにより、イグニッシュンスイッチのオフ時にカム軸位相が中間ロック位相よりも遅角側にあったとしても、カム軸位相を中間ロック位相で確実にロックできる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関のクランク軸と同期して回転する第1の回転体と、前記第1の回転体と同軸状に配置され、吸気バルブ又は排気バルブを開閉駆動するカム軸に連結された第2の回転体と、前記第1の回転体と前記第2の回転体のいずれか一方に設けられ、両回転体間に形成された流体室を進角室と遅角室とに区画するペーンと、前記進角室と前記遅角室に供給する流体圧力を制御する流体圧力制御手段と、前記流体圧力制御手段を制御して前記進角室と前記遅角室の流体圧力をそれぞれ変化させて前記第1の回転体と前記第2の回転体とを相対回動させることで、前記クランク軸に対する前記カム軸の回転位相（以下「カム軸位相」という）を変化させてバルブタイミングを可変制御するバルブタイミング制御手段と、内燃機関の停止中及び始動時に前記カム軸位相をその調整可能範囲の略中間に位置する中間ロック位相でロックするように付勢された相対回動ロック手段とを備えた内燃機関の可変バルブタイミング制御装置において、内燃機関の停止指令を検出する機関停止指令検出手段を備え、前記バルブタイミング制御手段は、前記機関停止指令検出手段で停止指令を検出したときに前記カム軸位相をロックのために進角させるように前記流体圧力制御手段を制御することを特徴とする内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項2】 内燃機関のクランク軸と同期して回転する第1の回転体と、前記第1の回転体と同軸状に配置され、吸気バルブ又は排気バルブを開閉駆動するカム軸に連結された第2の回転体と、前記第1の回転体と前記第2の回転体のいずれか一方に設けられ、両回転体間に形成された流体室を進角室と遅角室とに区画するペーンと、前記進角室と前記遅角室に供給する流体圧力を制御する流体圧力制御手段と、前記流体圧力制御手段を制御して前記進角室と前記遅角室の流体圧力をそれぞれ変化させて前記第1の回転体と前記第2の回転体とを相対回動させることで、前記クランク軸に対する前記カム軸の回転位相（以下「カム軸位相」という）を変化させてバルブタイミングを可変制御するバルブタイミング制御手段と、内燃機関の停止中及び始動時に前記カム軸位相をその調整可能範囲の略中間に位置する中間ロック位相でロックするように付勢された相対回動ロック手段とを備えた内燃機関の可変バルブタイミング制御装置において、エンジンストールが発生しやすい運転状態であるか否かを判定するエンスト傾向判定手段を備え、

前記バルブタイミング制御手段は、前記エンスト傾向判定手段でエンジンストールが発生しやすい運転状態と判定されたときに前記カム軸位相をロックのために進角させるように前記流体圧力制御手段を制御することを特徴とする内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項3】 内燃機関のクランク軸と同期して回転する第1の回転体と、前記第1の回転体と同軸状に配置され、吸気バルブ又は排気バルブを開閉駆動するカム軸に連結された第2の回転体と、前記第1の回転体と前記第2の回転体のいずれか一方に設けられ、両回転体間に形成された流体室を進角室と遅角室とに区画するペーンと、前記進角室と前記遅角室に供給する流体圧力を制御する流体圧力制御手段と、前記流体圧力制御手段を制御して前記進角室と前記遅角室の流体圧力をそれぞれ変化させて前記第1の回転体と前記第2の回転体とを相対回動させることで、前記クランク軸に対する前記カム軸の回転位相（以下「カム軸位相」という）を変化させてバルブタイミングを可変制御するバルブタイミング制御手段と、内燃機関の停止中及び始動時に前記カム軸位相をその調整可能範囲の略中間に位置する中間ロック位相でロックするように付勢された相対回動ロック手段とを備えた内燃機関の可変バルブタイミング制御装置において、制御システムの異常の有無を判定する異常判定手段を備え、前記バルブタイミング制御手段は、前記異常判定手段で異常有りと判定されたときに前記カム軸位相をロックのために進角させるように前記流体圧力制御手段を制御することを特徴とする内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項4】 内燃機関のクランク軸と同期して回転する第1の回転体と、前記第1の回転体と同軸状に配置され、吸気バルブ又は排気バルブを開閉駆動するカム軸に連結された第2の回転体と、前記第1の回転体と前記第2の回転体のいずれか一方に設けられ、両回転体間に形成された流体室を進角室と遅角室とに区画するペーンと、前記進角室と前記遅角室に供給する流体圧力を制御する流体圧力制御手段と、前記流体圧力制御手段を制御して前記進角室と前記遅角室の流体圧力をそれぞれ変化させて前記第1の回転体と前記第2の回転体とを相対回動させることで、前記クランク軸に対する前記カム軸の回転位相（以下「カム軸位相」という）を変化させてバルブタイミングを可変制御するバルブタイミング制御手段と、内燃機関の停止中及び始動時に前記カム軸位相をその調整可能範囲の略中間に位置する中間ロック位相でロック

するように付勢された相対回動ロック手段とを備えた内燃機関の可変バルブタイミング制御装置において、前記流体圧力制御手段は、通電停止時に前記カム軸位相を進角させる方向に流体圧力を変化させる位置に弁体が付勢されていることを特徴とする内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項5】 エンジンストールが発生しやすい運転状態であるか否かを判定するエンスト傾向判定手段を備え、

前記バルブタイミング制御手段は、前記エンスト傾向判定手段でエンジンストールが発生しやすい運転状態と判定されたときに前記カム軸位相をロックのために進角させるように前記流体圧力制御手段を制御することを特徴とする請求項1, 3, 4のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項6】 制御システムの異常の有無を判定する異常判定手段を備え、

前記バルブタイミング制御手段は、前記異常判定手段で異常有りと判定されたときに前記カム軸位相をロックのために進角させるように前記流体圧力制御手段を制御することを特徴とする請求項1, 2, 4のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項7】 前記流体圧力制御手段は、通電停止時に前記カム軸位相を進角させる方向に流体圧力を変化させる位置に弁体が付勢されていることを特徴とする請求項1, 2, 3のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項8】 前記バルブタイミング制御手段は、内燃機関の停止指令時に内燃機関が停止する前に前記カム軸位相が前記中間ロック位相よりも進角したときに該カム軸位相を該中間ロック位相に合わせるように前記流体圧力制御手段をフィードバック制御することを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項9】 前記バルブタイミング制御手段は、機関回転数が所定回転数以下になったときに前記カム軸位相をロックのために進角させるように前記流体圧力制御手段を制御することを特徴とする請求項1乃至8のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項10】 制御系への電源供給をオン／オフするメインリレーと、

内燃機関の停止時の進角制御で前記カム軸位相が前記中間ロック位相よりも進角したとき、又は内燃機関の停止指令が検出されてから所定時間が経過したときに前記メインリレーをオフするメインリレー制御手段とを備えていることを特徴とする請求項1乃至9のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項11】 内燃機関が停止する際の前記カム軸位相が前記中間ロック位相よりも遅角側に制御されているシステムに適用されることを特徴とする請求項1乃至1

0のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項12】 前記バルブタイミング制御手段は、前記カム軸位相を前記中間ロック位相でロックさせる必要があるときに前記カム軸位相が前記中間ロック位相よりも遅角側に位置するときのみ、前記カム軸位相をロックのために進角させるように前記流体圧力制御手段を制御することを特徴とする請求項1乃至11のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の停止中及び始動時にカム軸位相をその調整可能範囲の略中間に位置する中間ロック位相でロックする機能を備えた内燃機関の可変バルブタイミング制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、車両に搭載される内燃機関においては、出力向上、燃費節減、排気エミッション低減を目的として、可変バルブタイミング制御装置を採用したものが増加しつつある。例えば、ベーン方式の可変バルブタイミング制御装置の基本的な構成は、図12に示すように、エンジンのクランク軸に同期して回転するハウジング1と、吸気（又は排気）バルブのカム軸に連結されたロータ2とを同軸状に配置し、ハウジング1に形成された流体室3をロータ2に設けられたベーン4で進角室5と遅角室6とに区画する。そして、進角室5と遅角室6の油圧を油圧制御弁で制御してハウジング1とロータ2（ベーン4）とを相対回動させることで、クランク軸に対するカム軸の回転位相（以下「カム軸位相」という）を変化させて、バルブタイミングを可変制御するようしている。

【0003】従来のベーン方式の可変バルブタイミング制御装置は、始動時のベーン4の振動による騒音を防止するために、エンジン停止時（油圧低下時）に、カム軸位相を最も遅角させた最遅角位相で、ハウジング1とロータ2（ベーン4）との相対回動をロックピン7でロックするようしている。従って、始動時には、最遅角位相で始動することになるため、最遅角位相は、始動に適した位相に設定されている。

【0004】しかしながら、この構成では、最遅角位相が始動時の位相（ロック位相）で制限されてしまうため、バルブタイミング（カム軸位相）の調整可能範囲がロック位相で制限されてしまい、バルブタイミングの調整可能範囲が狭いという欠点がある。

【0005】そこで、特開平9-324613号公報に示すように、エンジン停止時のロック位相をカム軸位相の調整可能範囲の略中間位置に設定することで、バルブタイミング（カム軸位相）の調整可能範囲を拡大することが提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、カム軸位相をロックするロックピン7は、スプリングでロック方向に付勢され、エンジン運転中は、油圧でロック解除位置に保持される。そして、エンジンが停止する際に、エンジン回転数（オイルポンプ回転数）の低下に伴う油圧の低下により、カム軸位相が遅角側に変化して中間ロック位相まで到達したときに、スプリングによりロックピン7がロック穴に嵌り込んで、カム軸位相が中間ロック位相でロックされるようになっている。ここで、油圧低下によりカム軸位相が遅角側に変化する理由は、カム軸の負荷トルクが遅角側に働くためである。

【0007】しかし、この構成では、エンジンが停止する際に、既にカム軸位相が中間ロック位相よりも遅角側にあると、油圧低下によりカム軸位相が遅角側に変化していくても、中間ロック位相に到達しないため、カム軸位相を中間ロック位相でロックできないという欠点がある。要するに、従来の構成では、中間ロック位相でのロックをエンジン回転数（オイルポンプ回転数）の低下に伴う油圧の低下のみに依存しているため、中間ロック位相でのロックの成否がエンジン停止時のカム軸位相と中間ロック位相との位置関係で左右されてしまい、カム軸位相を中間ロック位相でロックできない場合が生じる。

【0008】もし、エンジン停止時にカム軸位相を中間ロック位相でロックできないと、次回の始動時に、エンジン回転数（オイルポンプ回転数）が上昇して油圧が上昇するまでは、バルブタイミング（カム軸位相）を目標値（中間ロック位相付近）に制御することができず、その結果、目標値から外れたバルブタイミングで始動することになるため、始動性が悪くなり、エンジン始動時間が長くなってしまう。しかも、カム軸位相をロックしない状態で始動すると、油圧が上昇するまでベーン4の位置が固定されないため、ベーン4がハウジング1に衝突して騒音が発生するという問題も生じる。

【0009】本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、従ってその目的は、カム軸位相を中間ロック位相でロックする動作を確実に行わせることができる内燃機関の可変バルブタイミング制御装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の請求項1の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置では、内燃機関の停止指令を検出する機関停止指令検出手段を設け、この機関停止指令検出手段で停止指令を検出したときに、バルブタイミング制御手段によってカム軸位相をロックのために進角させるように流体圧力制御手段を制御する（以下、この制御を「ロック進角制御」という）。このようにすれば、内燃機関の停止指令検出手時に、既にカム軸位相が中間ロック位相よりも遅角側にあったとしても、その後、ロック進角制御に

よりカム軸位相を進角させるため、カム軸位相を中間ロック位相に一致させたり、或は、カム軸位相を中間ロック位相よりも進角させることができる。一旦、カム軸位相が中間ロック位相よりも進角すれば、その後、エンジン回転数（ポンプ回転数）の低下に伴う流体圧力低下により、カム軸位相が遅角側に変化していく過程で必ず中間ロック位相に到達するようになる。このため、内燃機関の停止指令検出手時に、既にカム軸位相が中間ロック位相よりも遅角側にあったとしても、カム軸位相を中間ロック位相で確実にロックすることができる。

【0011】また、請求項2、5のように、エンジンストールが発生しやすい運転状態であるか否かをエンスト倾向判定手段により判定し、エンジンストールが発生しやすい運転状態と判定されたときに、ロック進角制御を実施しても良い。このようにすれば、エンジンストール時でも、ロック進角制御によりカム軸位相を中間ロック位相で確実にロックすることができる。

【0012】また、請求項3、6のように、制御システムの異常の有無を異常判定手段により判定し、制御システムの異常有りと判定されたときに、ロック進角制御を実施しても良い。このようにすれば、例えば、クランク角センサやカム角センサ等の異常によりカム軸位相を目標位相に正確に制御できない状態になると、ロック進角制御が実施され、カム軸位相が進角されて、やがて、カム軸位相が中間ロック位相よりも進角側に位置するようになる。このため、制御システムの異常によりカム軸位相を目標位相に制御できない状態でも、内燃機関を停止させる際には、カム軸位相を中間ロック位相よりも進角側に位置させることができて、カム軸位相を中間ロック位相で確実にロックすることができる。

【0013】また、請求項4、7のように、流体圧力制御手段は、通電停止時にカム軸位相を進角させる方向に流体圧力を変化させる位置に弁体を付勢するようにしても良い。このようにすれば、内燃機関が停止する際に、流体圧力制御手段への通電が停止されると、流体圧力制御手段によってカム軸位相が自動的に進角されるため、カム軸位相を中間ロック位相で確実にロックすることができる。

【0014】尚、請求項1～4の発明は、それぞれ単独で実施しても良いし、組み合わせて実施しても良い。

【0015】また、請求項8のように、内燃機関の停止指令時に内燃機関が停止する前にカム軸位相が中間ロック位相よりも進角したときに該カム軸位相を該中間ロック位相に合わせるように流体圧力制御手段をフィードバック制御すると良い。このようにすれば、内燃機関が停止する際に、既にカム軸位相が中間ロック位相よりも進角側に位置するとき、或は、上述したロック進角制御によりカム軸位相が中間ロック位相を通り越して進角したときに、フィードバック制御により速やかに且つより確実にカム軸位相を中間ロック位相でロックすることができる。

きる。

【0016】ところで、機関回転数（オイルポンプ回転数）が低下すると、流体圧力が低下するため、機関回転数が低くなりすぎると、カム軸位相を中間ロック位相まで進角させるのに必要な流体圧力を確保できなくなるおそれがある。

【0017】そこで、請求項9のように、機関回転数が所定回転数以下になったとき、つまり、機関回転数がカム軸位相を中間ロック位相まで進角させるのに必要な流体圧力を確保できなくなる低回転領域に至る前に、ある程度余裕を持たせた回転数でロック進角制御を開始するようになると良い。このようにすれば、機関回転数がカム軸位相を中間ロック位相まで進角させるのに必要な流体圧力を確保できる回転領域で、確実にカム軸位相をロック進角制御することができるため、機関回転数低下による流体圧力低下によりカム軸位相を中間ロック位相まで進角できなくなる事態を未然に回避することができる。

【0018】また、請求項10のように、内燃機関の停止時のロック進角制御でカム軸位相が中間ロック位相よりも進角したとき、又は内燃機関の停止指令が検出されてから所定時間（カム軸位相が中間ロック位相以上に進角するに必要な時間に相当）が経過したときに、電源供給用のメインリレーをメインリレー制御手段でオフするようにしても良い。このようにすれば、カム軸位相が中間ロック位相に進角する前に、メインリレーがオフされてしまうことを防止することができ、カム軸位相を中間ロック位相以上に進角させるまでロック進角制御を確実に実行することができる。

【0019】以上説明した本発明の可変バルブタイミング制御装置は、請求項11のように内燃機関が停止する際のカム軸位相が中間ロック位相よりも遅角側に制御されているシステムに適用すると良い。このようなシステムでは、内燃機関が停止する際にロック進角制御を行わないと、カム軸位相を中間ロック位相でロックすることができないが、ロック進角制御を行うことで、カム軸位相を中間ロック位相でロックできるようになり、本発明を適用する効果が大きい。

【0020】また、カム軸位相が中間ロック位相よりも進角側に制御されている状態では、ロック進角制御を行わなくてもカム軸位相を中間ロック位相でロックすることができる。この場合でも、ロック進角制御を行うものとすると、ロック進角制御によりカム軸位相が中間ロック位相から遠ざかっていくため、カム軸位相を中間ロック位相でロックさせるまでの時間が長くなってしまう。

【0021】そこで、請求項12のように、カム軸位相を中間ロック位相でロックさせる必要があるときにカム軸位相が中間ロック位相よりも遅角側に位置するときのみ、ロック進角制御を実施するようにすると良い。このようにすれば、ロック進角制御が不必要なときに、無駄

なロック進角制御を行わずに済み、カム軸位相を中間ロック位相でロックさせるまでの時間を短くできる。

【0022】

【発明の実施の形態】【実施形態（1）】以下、本発明を吸気バルブの可変バルブタイミング制御装置に適用した実施形態（1）を図1乃至図9に基づいて説明する。図1に示すように、内燃機関であるDOHCエンジン11は、クランク軸12からの動力がタイミングチェーン13により各スプロケット14、15を介して吸気側カム軸16と排気側カム軸17とに伝達されるようになっている。但し、吸気側カム軸16には、クランク軸12に対する吸気側カム軸16の進角量を調整するバルブタイミング調整装置18が設けられている。また、吸気側カム軸16の外周側には、カム角を検出するカム角センサ19が設置され、一方、クランク軸12の外周側には、クランク角を検出するクランク角センサ20が設置されている。

【0023】これらクランク角センサ20及びカム角センサ19の出力信号は、エンジン制御回路21に入力され、このエンジン制御回路21によって吸気バルブの実バルブタイミングが演算されると共に、クランク角センサ20の出力パルスの周波数からエンジン回転数が演算される。また、エンジン運転状態を検出する各種センサ（吸気圧センサ22、水温センサ23、スロットルセンサ24等）の出力信号と、イグニッションスイッチ25やタイマ26の出力信号もエンジン制御回路21に入力される。

【0024】このエンジン制御回路21は、これら各種の入力信号に基づいて燃料噴射制御や点火制御を行うと共に、後述する可変バルブタイミング制御を行い、吸気バルブの実バルブタイミング（吸気側カム軸16の実進角量）を目標バルブタイミング（目標進角量）に一致させるようにバルブタイミング調整装置18をフィードバック制御する。このバルブタイミング調整装置18の油圧回路には、オイルパン27内のオイルがオイルポンプ28により油圧制御弁29（流体圧力制御手段）を介して供給され、その油圧を油圧制御弁29によって制御することで、吸気側カム軸16の実進角量（実バルブタイミング）が制御される。

【0025】また、エンジン制御回路21の電源端子には、メインリレー71のスイッチ72を介してバッテリ73のプラス端子側が接続されている。エンジン制御回路21は、イグニッションスイッチ25からオン信号が入力されると、メインリレー71のリレー駆動コイル74に通電してメインリレー71のスイッチ72をオンし、バッテリ73から電源の供給を受ける。メインリレー71を通して供給される電源は、エンジン制御回路21の他に、油圧制御弁29等、制御系全体に供給される。メインリレー71は、イグニッションスイッチ25のオフ後も、引き続き所定時間オン状態に保持され、そ

の期間に、後述するロック進角制御を実行できるようになっている。

【0026】次に、図2乃至図5に基づいてバルブタイミング調整装置18の構成を説明する。バルブタイミング調整装置18のハウジング31(第1の回転体)は、吸気側カム軸16の外周に回動自在に支持されたスプロケット14にボルト32で締め付け固定されている。これにより、クランク軸12の回転がタイミングチェーン13を介してスプロケット14とハウジング31に伝達され、スプロケット14とハウジング31がクランク軸12と同期して回転するようになっている。

【0027】一方、吸気側カム軸16は、シリンドヘッド33とベアリングキャップ34により回転可能に支持され、この吸気側カム軸16の一端部に、ロータ35(第2の回転体)がストップ36を介してボルト37で締め付け固定されている。このロータ35は、ハウジング31内に相対回動自在に収納されている。

【0028】図3及び図4に示すように、ハウジング31の内部には、複数の流体室40が形成され、各流体室40が、ロータ35の外周部に形成されたペーン41によって進角室42と遅角室43とに区画されている。そして、ロータ35の外周部とペーン41の外周部には、それぞれシール部材44が装着され、各シール部材44が板ばね45(図2参照)によって外周方向に付勢されている。これにより、ロータ35の外周面とハウジング31の内周面との隙間及びペーン41の外周面と流体室40の内周面との隙間がシール部材44でシールされている。

【0029】図2に示すように、吸気側カム軸16の外周部に形成された環状の進角溝46と遅角溝47が、それぞれ油圧制御弁29の所定ポートに接続され、エンジン11の動力でオイルポンプ28が駆動されることにより、オイルパン27から汲み上げたオイルが油圧制御弁29を介して進角溝46や遅角溝47に供給される。進角溝46に接続された進角油路48は、吸気側カム軸16の内部を貫通してロータ35の左側面に形成された円弧状進角油路49(図3参照)に連通するように形成され、この円弧状進角油路49が各進角室42に連通している。一方、遅角溝47に接続された遅角油路50は、吸気側カム軸16の内部を貫通してロータ35の右側面に形成された円弧状遅角油路51(図4参照)に連通するように形成され、この円弧状遅角油路51が各遅角室43に連通している。

【0030】油圧制御弁29は、ソレノイド53とスプリング54で弁体を駆動する4ポート3位置切換弁であり、弁体の位置を、進角室42に油圧を供給する位置と、遅角室43に油圧を供給する位置と、進角室42と遅角室43のいずれにも油圧を供給しない位置との間で切り換えるようになっている。ソレノイド53の通電停止時には、スプリング54によって弁体が進角室42に

油圧を供給する位置に自動的に切り換えられ、カム軸位相を進角させる方向に油圧が働くようになっている。

【0031】進角室42と遅角室43に所定圧以上の油圧が供給された状態では、進角室42と遅角室43の油圧でペーン41が固定されて、クランク軸12の回転によるハウジング31の回転がオイルを介してロータ35(ペーン41)に伝達され、ロータ35と一体的に吸気側カム軸16が回転駆動される。エンジン運転中は、進角室42と遅角室43の油圧を油圧制御弁29で制御してハウジング31とロータ35(ペーン41)とを相対回動させることで、クランク軸12に対する吸気側カム軸16の回転位相(以下「カム軸位相」という)を制御して吸気バルブのバルブタイミングを可変する。尚、スプロケット14には、進角制御時にロータ35を進角方向に相対回動させる油圧力をばね力で補助するねじりコイルばね55(図2参照)が収容されている。

【0032】また、図3及び図4に示すように、いずれか1つのペーン41の両側部には、ハウジング31に対するロータ35(ペーン41)の相対回動範囲を規制するストップ部56が形成され、このストップ部56によってカム軸位相の最遅角位相と最進角位相が規制されている。更に、他のペーン41に形成されたロックピン収容孔57には、ハウジング31とロータ35(ペーン41)との相対回動をロックするためのロックピン58(相対回動ロック手段)が収容され、このロックピン58がハウジング31に設けられたロック穴59(図2参照)に嵌り込むことで、カム軸位相がその調整可能範囲の略中間位置(中間ロック位相)でロックされる。この中間ロック位相は、始動に適した位相に設定されている。

【0033】図6及び図7に示すように、ロックピン58は、ロックピン収容孔57の内周に嵌合された円筒部材61内に摺動可能に挿入され、スプリング62によってロック方向(突出方向)に付勢されている。また、ロックピン58の中央外周部に形成された弁部63によって、円筒部材61とロックピン58との隙間が、ロック油圧室64とロック解除保持用の油圧室65とに区画されている。そして、ロック油圧室64とロック解除保持用の油圧室65に進角室42から油圧を供給するためには、ペーン41には、進角室42に連通するロック油路66とロック解除保持用の油路67が形成されている。また、ハウジング31には、ロック穴59と遅角室43とを連通するロック解除油路68が形成されている。

【0034】図6に示すように、ロックピン58のロック時には、ロックピン58の弁部63がロック解除保持用の油路67を塞いで、ロック油路66をロック油圧室64に連通させた状態となる。これにより、進角室42からロック油圧室64に油圧が供給され、この油圧とスプリング62によってロックピン58がロック穴59に嵌り込んだ状態に保持され、カム軸位相が中間ロック

位相でロックされる。

【0035】エンジン停止中は、ロック油圧室64の油圧（進角室42の油圧）が低下するが、スプリング62によってロックピン58がロック位置に保持される。従って、エンジン始動は、ロックピン58がロック位置に保持された状態（中間ロック位相）で行われ、エンジン始動後に、ロック穴59の油圧（遅角室43の油圧）が高くなると、その油圧によって次のようにしてロックピン58のロックが解除される。エンジン始動後に、遅角室43からロック解除油路68を通してロック穴59に供給される油圧（ロック解除方向の力）が、ロック油圧室64の油圧（進角室42の油圧）とスプリング62のばね力との合力（ロック方向の力）よりも大きくなると、ロック穴59の油圧によってロックピン58がロック穴59から押し出されて図7のロック解除位置に移動し、ロックピン58のロックが解除される。

【0036】このロック解除状態では、図7に示すように、ロックピン58の弁部63がロック油路66を塞いで、ロック解除保持用の油路67をロック解除保持用の油圧室65に連通させた状態となる。これにより、進角室42からロック解除保持用の油圧室65に油圧が供給され、このロック解除保持用の油圧室65の油圧（進角室42の油圧）とロック穴59の油圧（遅角室43の油圧）とによってロックピン58がスプリング62に抗してロック解除位置に保持される。

【0037】エンジン運転中は、進角室42と遅角室43のいずれかの油圧が高くなっているため、その油圧でロックピン58がロック解除位置に保持され、ハウジング31とロータ35とが相対回動可能な状態（つまりバルブタイミング制御が可能な状態）に保持される。

【0038】エンジン運転中は、エンジン制御回路21は、特許請求の範囲でいうバルブタイミング制御手段としても機能し、クランク角センサ20及びカム角センサ19の出力信号に基づいて吸気バルブの実バルブタイミング（吸気側カム軸16の実進角量）を演算すると共に、吸気圧センサ22、水温センサ23等のエンジン運転状態を検出する各種センサの出力に基づいて吸気バルブの目標バルブタイミング（吸気側カム軸16の目標進角量）を演算する。そして、吸気バルブの実バルブタイミングを目標バルブタイミングに一致させるようにバルブタイミング調整装置18の油圧制御弁29をフィードバック制御する。これにより、進角室42と遅角室43の油圧を制御してハウジング31とロータ35とを相対回動させることで、カム軸位相を変化させて吸気バルブの実バルブタイミングを目標バルブタイミングに一致させる。

【0039】その後、エンジン11を停止させる際に、エンジン回転数が低下すると、オイルポンプ28の吐出圧が低下するため、進角室42や遅角室43の油圧が低下してくる。これにより、ロック解除保持用の油圧室6

5の油圧（進角室42の油圧）とロック穴59の油圧

（遅角室43の油圧）が低下して、スプリング62のばね力がこれらの油圧に打ち勝つようになると、スプリング62のばね力によってロックピン58が突出してロック穴59に嵌まり込むようになる。但し、ロックピン58がロック穴59に嵌まり込むには、両者の位置が一致していること、つまり、カム軸位相が中間ロック位相に一致していることが条件となる。

【0040】エンジン11が停止する際には、エンジン回転数（オイルポンプ28の回転数）が低下して油圧が低下するため、カム軸16の負荷トルクによりカム軸位相が自然に遅角側に変化していき、その過程で、図6に示すように、ロックピン58をロック穴59に嵌まり込ませてカム軸位相を中間ロック位相でロックする必要がある。しかし、エンジン11が停止する際に、既にカム軸位相が中間ロック位相よりも遅角側にあると、油圧低下によりカム軸位相が遅角側に変化していっても、ロックピン58がロック穴59に到達しないため、カム軸位相を中間ロック位相でロックできない。

【0041】そこで、エンジン制御回路21は、図8に示すロック進角制御プログラムを実行することで、エンジン停止時等、カム軸位相を中間ロック位相でロックさせる必要があるときに、カム軸位相をロックのために進角させるように油圧制御弁29を制御する（以下、この制御を「ロック進角制御」という）。

【0042】図8のロック進角制御プログラムは、エンジン制御回路21の動作中に周期的に実行される。本プログラムが起動されると、まずステップ101で、エンジン停止指令が出されたか否かを、イグニッションスイッチ25がオフされたか否かにより判定する。このステップ101の処理が特許請求の範囲でいう機関停止指令検出手段としての役割を果たす。前述したように、メインリレー71は、イグニッションスイッチ25のオフ後も、所定時間オン状態に保持されるため、その期間に、以下に述べるロック進角制御を実行できる。

【0043】もし、ステップ101で、イグニッションスイッチ25がオフされてエンジン停止指令が出されたと判定された場合は、ステップ102に進み、カム軸位相の進角制御を開始する。この進角制御は、油圧制御弁29のソレノイド53の通電を停止して、油圧制御弁29のスプリング54によって弁体を進角室42に油圧を供給する位置に切り換え、カム軸位相を進角させる方向に油圧を作用させ、同時に遅角室43の油圧をドレインに排出させる。この際、エンジン停止指令後は、燃料噴射が停止されるため、エンジン回転数（オイルポンプ回転数）が低下して油圧が低下していくが（図9参照）、アイドリング可能な回転数であれば、前述したねじりコイルばね55の進角方向のばね力を補助として油圧により進角制御が可能となる。

【0044】進角制御開始後、ステップ103に進み、

クランク角センサ20及びカム角センサ19の出力信号に基づいて算出されたカム軸位相（吸気バルブの実バルブタイミング）が中間ロック位相よりも進角したか否かを判定し、カム軸位相が中間ロック位相よりも進角していなければ、ステップ104に進み、カム軸位相の進角制御（ソレノイド53の通電停止）を継続する。

【0045】これに対して、ステップ103で、カム軸位相が中間ロック位相よりも進角していると判定された場合は、ステップ105に進み、カム軸位相を中間ロック位相に合わせるように油圧制御弁29をフィードバック制御する。

【0046】その後、ステップ104又は105からステップ106に進み、エンジン11が停止した（エンジン回転数が0）か否かを判定し、エンジン11が停止していなければ、上記ステップ103に戻り、カム軸位相の進角制御又は中間ロック位相へのフィードバック制御を繰り返す（ステップ103～105）。このようにして、カム軸位相が中間ロック位相付近に制御されている間に、エンジン回転数の低下に伴う油圧の低下によりロックピン58のスプリング62のばね力が油圧に打ち勝つようになると、ロックピン58が突出してロック穴59に嵌まり込み、カム軸位相が中間ロック位相でロックされる。その後、ステップ106で、エンジンが停止したと判定されたときに、本プログラムを終了する。

【0047】一方、ステップ101で、イグニッションスイッチ25がオンと判定された場合は、ステップ107に進み、バルブタイミング制御に用いるセンサ（クランク角センサ20やカム角センサ19等）の異常が有るか否か判定する。このステップ107の処理が特許請求の範囲でいう異常判定手段としての役割を果たす。センサ異常無しと判定された場合は、ステップ108に進み、エンスト傾向か否か、つまり、エンジンストールが発生しやすい運転状態であるか否かを判定する。エンスト傾向は、例えば、エンジン低回転領域におけるエンジン回転変動の大きさによって判定する。このステップ108の処理が特許請求の範囲でいうエンスト傾向判定手段としての役割を果たす。このステップ108で、エンスト傾向でないと判定された場合は、ステップ109に進み、エンジン回転数が所定回転数S以下か否かを判定する。ここで、所定回転数Sは、カム軸位相を中間ロック位相まで進角させるのに必要な油圧を確保できなくなる回転数よりも少し高い回転数に設定される。

【0048】ステップ108でエンスト傾向と判定された場合又はステップ109でエンジン回転数が所定回転数S以下と判定された場合には、ステップ102に進み、カム軸位相の進角制御（ソレノイド53の通電停止）を開始し、エンジン11が停止するまで、カム軸位相の進角制御又は中間ロック位相へのフィードバック制御を繰り返す（ステップ103～106）。これにより、カム軸位相が中間ロック位相付近に制御されている

間に、ロックピン58のスプリング62のばね力が油圧に打ち勝つようになると、ロックピン58によりカム軸位相が中間ロック位相でロックされる。

【0049】上述したステップ108、109で、共に「No」と判定された場合は、正常なエンジン運転状態と判断して、ステップ110に進み、カム軸位相（実バルブタイミング）を目標位相（目標バルブタイミング）に制御する通常のバルブタイミング制御を実施する。

【0050】一方、上記ステップ107で、センサ異常有りと判定された場合は、カム軸位相を目標位相に正確に制御できない状態であるため、ステップ111に進み、カム軸位相の進角制御（ソレノイド53の通電停止）を実施する。センサ異常有りの場合は、エンジン11が停止するまで、カム軸位相の進角制御が行われ、カム軸位相が中間ロック位相よりも進角側に位置するようになる。

【0051】以上説明した実施形態（1）のロック進角制御の実行例を図9のタイムチャートを用いて説明する。図9は、イグニッションスイッチ25をオフすると（アイドリング運転時）に、カム軸位相が中間ロック位相よりも遅角側に制御されているシステムに適用した例である。

【0052】イグニッションスイッチ25をオフすると、燃料噴射が停止されるため、エンジン回転数（オイルポンプ回転数）が低下して油圧が低下していくが、イグニッションスイッチ25のオフにより、油圧制御弁29のソレノイド53の通電が停止されて、油圧制御弁29のスプリング54によって弁体が進角室42に油圧を供給する位置に切り換えられる。これにより、カム軸位相の進角制御が開始され、カム軸位相が進角方向に変化していく。

【0053】その後、図9に点線で示すように、もし、カム軸位相が中間ロック位相を通り越して進角した場合は、ソレノイド53の制御電流をフィードバック制御してカム軸位相を中間ロック位相に戻す。このような進角制御又は中間ロック位相へのフィードバック制御によって、カム軸位相が中間ロック位相付近に制御されている間に、ロックピン58のスプリング62のばね力が油圧に打ち勝つようになると、ロックピン58がロック穴59に嵌まり込み、カム軸位相が中間ロック位相でロックされた状態となる。その後、エンジン11が停止する。

【0054】以上の説明から明らかのように、本実施形態（1）では、イグニッションスイッチ25がオフされると、ロック進角制御によりカム軸位相を中間ロック位相以上に進角させるので、イグニッションスイッチ25のオフ時にカム軸位相が中間ロック位相よりも遅角側にあったとしても、ロック進角制御によりカム軸位相を中間ロック位相で確実にロックすることができる。これにより、次回のエンジンの始動性を向上することができると共に、始動時のエンジンの振動による騒音を防止するこ

とができる。

【0055】しかも、本実施形態（1）では、ロック進角制御時に、既にカム軸位相が中間ロック位相よりも進角側に位置するとき、或は、ロック進角制御によりカム軸位相が中間ロック位相を通り越して進角したときに、中間ロック位相へのフィードバック制御を行うようにしたので、フィードバック制御により速やかに且つより確実にカム軸位相を中間ロック位相でロックすることができる。

【0056】但し、本発明は、中間ロック位相へのフィードバック制御を行わない構成としても良い。この場合でも、ロック進角制御によりカム軸位相が中間ロック位相以上に進角すれば、その後、エンジン回転数（ポンプ回転数）の低下に伴う油圧低下により、カム軸位相が遅角側に変化していく過程で必ず中間ロック位相に到達するようになり、カム軸位相を中間ロック位相で確実にロックできる。

【0057】また、本実施形態（1）では、エンジンストールが発生しやすい運転状態のときにもロック進角制御するようにしているので、エンジンストール時でも、カム軸位相を中間ロック位相で確実にロックすることができ、次のエンジンの始動性を向上することができる。

【0058】ところで、エンジン回転数（オイルポンプ回転数）が低下すると、油圧が低下するため、エンジン回転数が低くなりすぎると、カム軸位相を中間ロック位相まで進角させるのに必要な油圧を確保できなくなるおそれがある。

【0059】その点、本実施形態（1）では、エンジン回転数が所定回転数S以下となったとき、つまり、エンジン回転数がカム軸位相を中間ロック位相まで進角させるのに必要な油圧を確保できなくなる低回転領域に至る前に、ロック進角制御を開始するようにしているので、エンジン回転数低下による油圧低下によりカム軸位相を中間ロック位相まで進角できなくなる事態を未然に回避することができる。

【0060】また、本実施形態（1）では、センサ異常有りと判定されたときに、ロック進角制御を実施するようにしているので、センサ異常によりカム軸位相を目標位相に制御できない状態でも、エンジン11を停止させる際には、カム軸位相を中間ロック位相よりも進角側に位置させることができる。このため、センサ異常発生時でも、エンジン停止時に、エンジン回転数（ポンプ回転数）の低下に伴う油圧低下により、カム軸位相が遅角側に変化していく過程で、必ず中間ロック位相に到達するようになり、カム軸位相を中間ロック位相で確実にロックすることができる。

【0061】尚、センサを含むバルブタイミング制御システム全体の異常の有無を監視して、バルブタイミング制御が異常になったときに、ロック進角制御を実施する

ようにしても良い。

【0062】また、本実施形態（1）では、油圧制御弁29は、ソレノイド53の通電停止時に、スプリング54によって弁体が進角室42に油圧を供給する位置に自動的に切り換えられるようになっているので、万一、ロック進角制御の途中でメインリレー71がオフされても、引き続き、カム軸位相を進角させる方向に油圧を働くことができ、カム軸位相を中間ロック位相以上に進角させることができる。但し、本発明は、ソレノイド53の通電時に、カム軸位相を進角させる方向に油圧が働くようにしても良い。

【0063】ところで、イグニッションスイッチ25をオフするとき、カム軸位相が中間ロック位相よりも進角側に制御されている状態では、ロック進角制御を行わなくてもカム軸位相を中間ロック位相でロックすることができる。この場合でも、ロック進角制御を行わざると、ロック進角制御によりカム軸位相が中間ロック位相から遠ざかっていくため、カム軸位相を中間ロック位相でロックさせるまでの時間が長くなってしまう。

【0064】そこで、図8のロック進角制御プログラムにおいて、ステップ102の前に、カム軸位相が中間ロック位相よりも遅角側に位置するか否かを判定する処理を追加し、カム軸位相が中間ロック位相よりも遅角側に位置すると判定されたときのみに、ステップ102以降のロック進角制御を実施するようにしても良い。このようにすれば、ロック進角制御が不必要なときに、無駄なロック進角制御を行わずに済み、カム軸位相を中間ロック位相でロックさせるまでの時間を短くすることができる。

【0065】尚、本実施形態（1）では、イグニッションスイッチ25のオフ後も、メインリレー71を所定時間オン状態に保持して、その期間に、図8のロック進角制御プログラムを実行できるようになっているが、本実施形態（1）のように、油圧制御弁29の弁体をスプリング54によって進角室42に油圧を供給する位置に付勢する構成とした場合には、イグニッションスイッチ25のオフと同時にメインリレー71をオフして、システムの電源供給を遮断するようにしても良い。この場合には、イグニッションスイッチ25のオフと同時に油圧制御弁29のソレノイド53の通電が停止されたため、油圧制御弁29のスプリング54によって弁体が進角室42に油圧を供給する位置に切り換えられ、カム軸位相を進角させる方向に油圧が働くようになる。これにより、電源供給が遮断された状態でも、カム軸位相を中間ロック位相以上に進角させることができ、カム軸位相を中間ロック位相でロックすることができる。

【0066】[実施形態（2）] 上記実施形態（1）では、メインリレー71は、イグニッションスイッチ25のオフ後も、予め設定された所定時間オン状態に保持されるため、その期間に、ロック進角制御を実行できるよ

うになっている。つまり、上記実施形態（1）では、メインリレー71をオフする時期が常に一定であったが、カム軸位相が中間ロック位相まで進角した時点で直ちにメインリレー71をオフするようにしても良い。

【0067】これを具体化した本発明の実施形態（2）では、エンジン制御回路21は、図8のロック進角制御プログラムと共に、図10のメインリレー制御プログラムを実行する。図10のメイン制御プログラムは、イグニッションスイッチ25のオフと同時に起動され、特許請求の範囲でいうメインリレー制御手段としての役割を果たす。本プログラムでは、カム軸位相が中間ロック位相よりも進角したか否かを判定する処理（ステップ201）と、イグニッションスイッチ25のオフから所定時間Tが経過したか否かを判定する処理（ステップ202）を所定周期で繰り返す。ここで、所定時間Tは、例えばカム軸位相が中間ロック位相以上に進角するのに必要な時間にある程度余裕を持たせて設定されている。

【0068】その後、ステップ201とステップ202のいずれか一方で「Yes」と判定されたときに、ステップ203に進み、メインリレー71をオフして本プログラムを終了する。尚、本実施形態（2）では、カム軸位相が中間ロック位相まで進角した時点で直ちにメインリレー71をオフされるため、図8のロック進角制御プログラムを実行する場合に、中間ロック位相へのフィードバック制御の処理（ステップ103, 105）が不要となる。

【0069】以上説明した本実施形態（2）によれば、図11に示す実行例のように、ロック進角制御によりカム軸位相が中間ロック位相に到達した時点で、メインリレー71をオフする（図11中の実線）。これにより、イグニッションスイッチ25のオフ後のメインリレー71のオン時間（電源供給時間）を常に必要最小限に設定することができる。また、システム異常が発生した場合のフェールセーフとして、イグニッションスイッチ25のオフから所定時間Tが経過するまでに、カム軸位相が中間ロック位相よりも進角できない場合には、所定時間Tが経過した時点で、メインリレー71をオフする（図11中の二点鎖線）。これにより、システム異常時に、メインリレー71が長時間オンされ続ける事態を未然に防止することができる。但し、本実施形態（2）において、図10のステップ202の処理を省略するようにし

ても良い。

【0070】以上説明した各実施形態は、本発明を吸気バルブの可変バルブタイミング制御装置に適用したものであるが、本発明は、排気バルブの可変バルブタイミング制御装置に適用しても良い。その他、本発明は、バルブタイミング調整装置の構造を適宜変更しても良く、要は、カム軸位相を中間ロック位相でロックする方式のバルブタイミング調整装置であれば良い。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明の実施形態（1）を示す制御システム全体の概略構成図

【図2】バルブタイミング調整装置の縦断面図

【図3】図2のA-A線に沿って示す断面図

【図4】図2のB-B線に沿って示す断面図

【図5】図4のC-C線に沿って示す断面図

【図6】ロックピンのロック状態を示す部分拡大断面図

【図7】ロックピンのロック解除状態を示す部分拡大断面図

20 【図8】ロック進角制御プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図9】実施形態（1）の制御例を示すタイムチャート

【図10】本発明の実施形態（2）におけるメインリレー制御プログラムの処理の流れを示すフローチャート

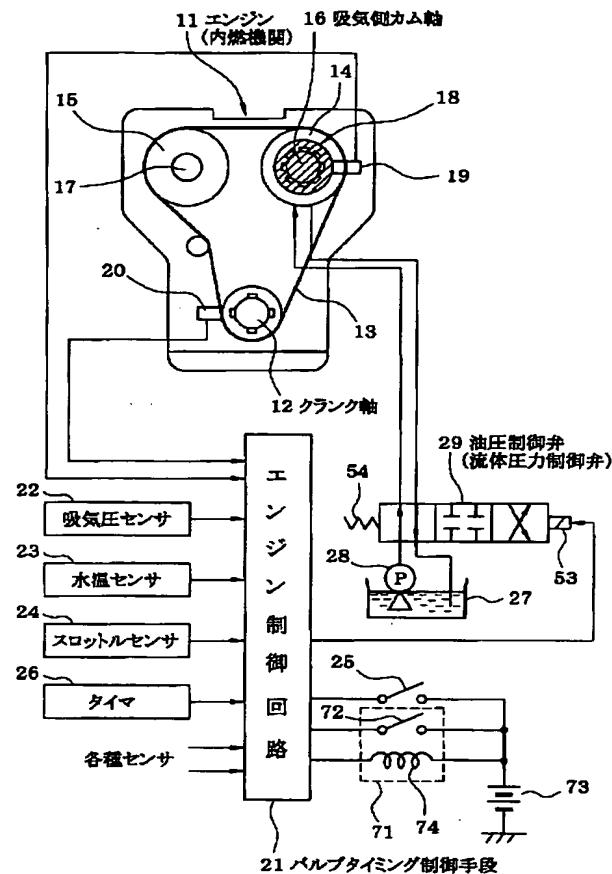
【図11】実施形態（2）の制御例を示すタイムチャート

【図12】従来のバルブタイミング調整装置の断面図

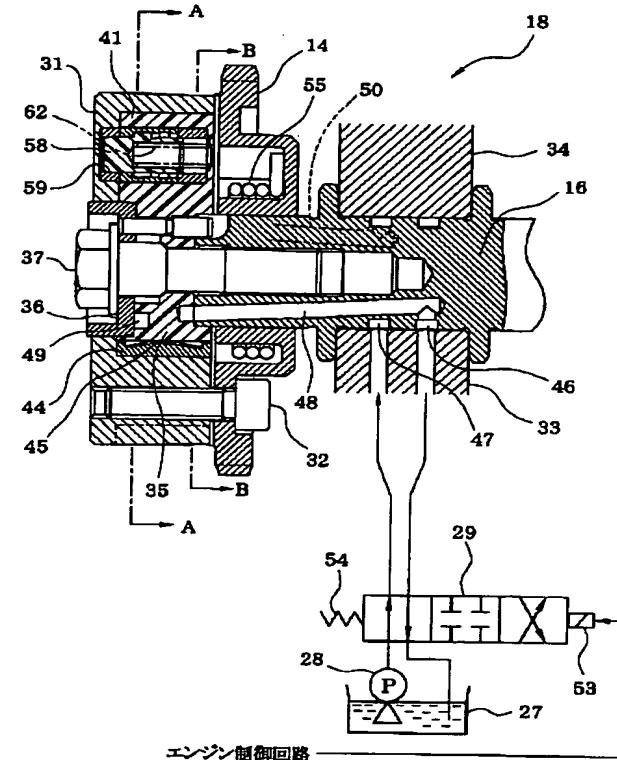
【符号の説明】

11…エンジン（内燃機関）、12…クランク軸、14, 15…スプロケット、16…吸気カム軸、17…排気カム軸、18…バルブタイミング調整装置、19…カム角センサ、20…クランク角センサ、21…エンジン制御回路（バルブタイミング制御手段、機関停止指令検出手段、エンスト傾向判定手段、異常判定手段、メインリレー制御手段）、25…イグニッションスイッチ、28…オイルポンプ、29…油圧制御弁（流体圧力制御手段）、31…ハウジング（第1の回転体）、35…ロータ（第2の回転体）、40…流体室、41…ペーン、42…進角室、43…遅角室、53…ソレノイド、54…スプリング、58…ロックピン（相対回動ロック手段）、59…ロック穴、71…メインリレー。

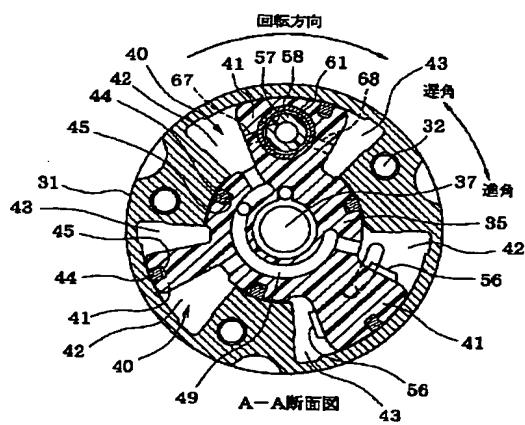
【図1】



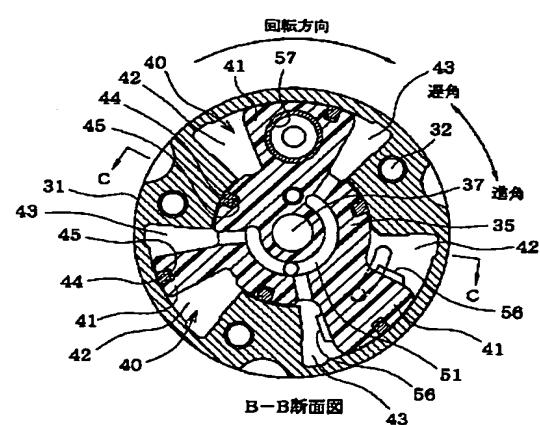
【図2】



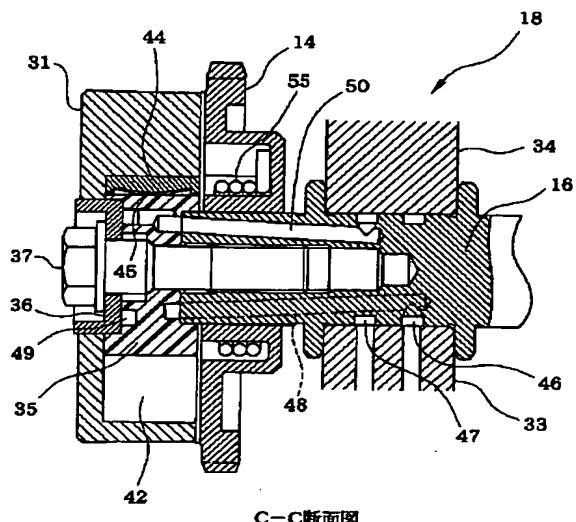
【図3】



【図4】

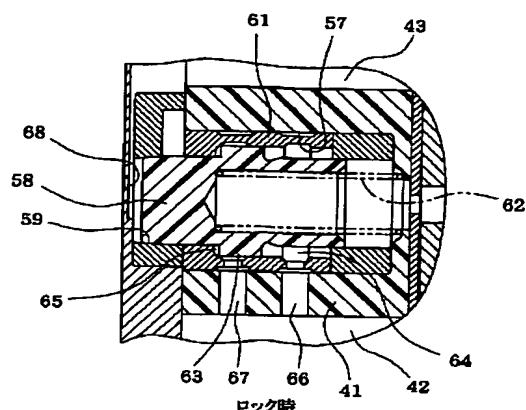


【図5】

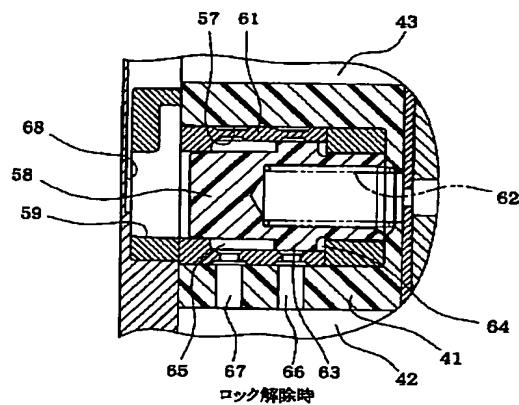


C-C断面図

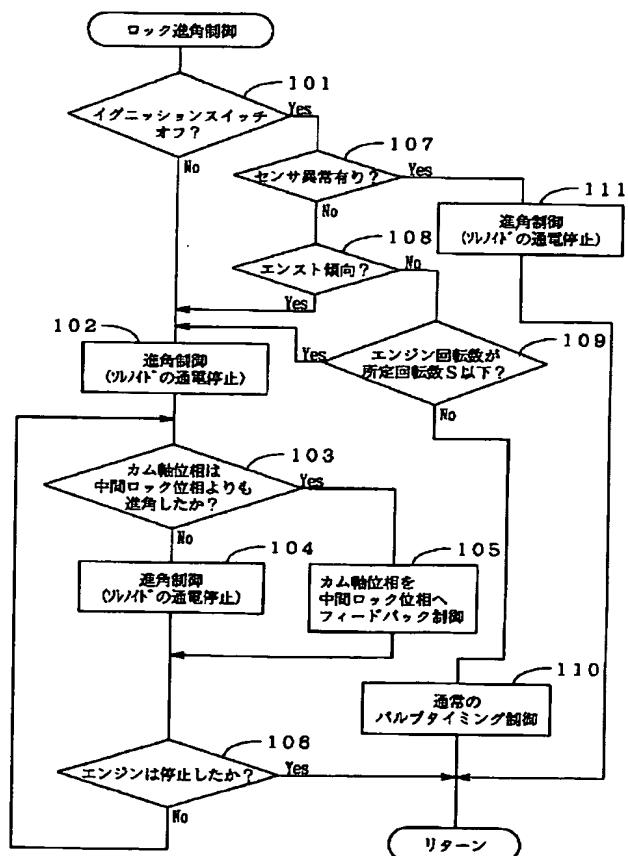
【図6】



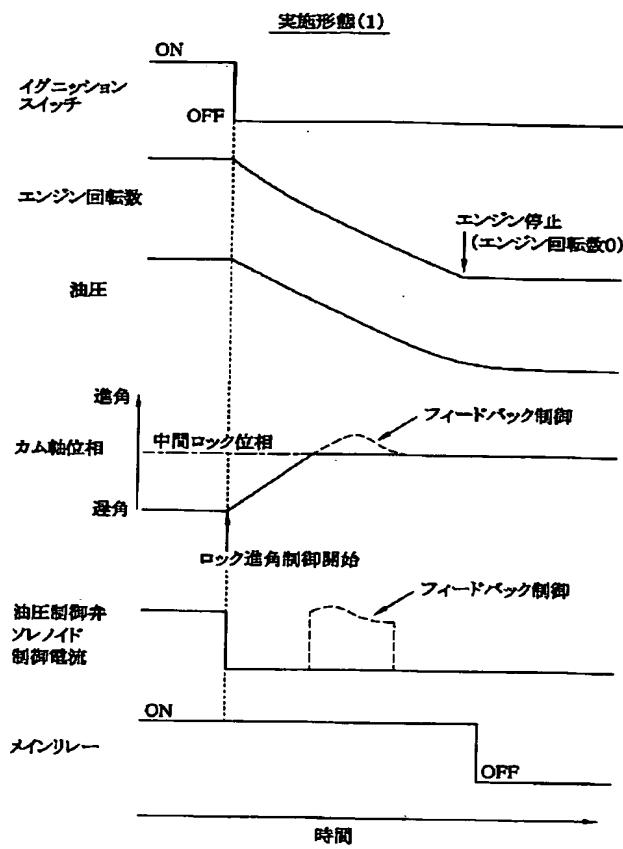
【図7】



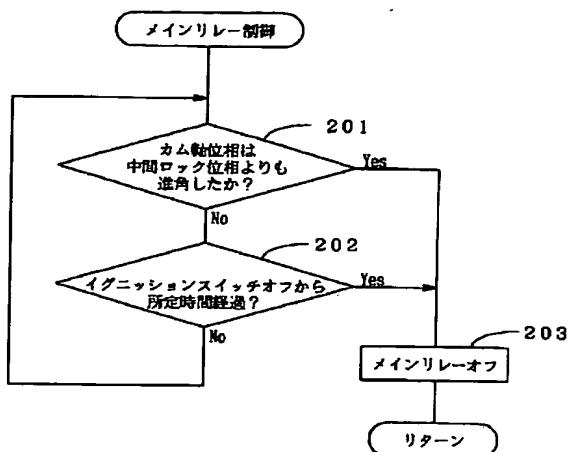
【図8】



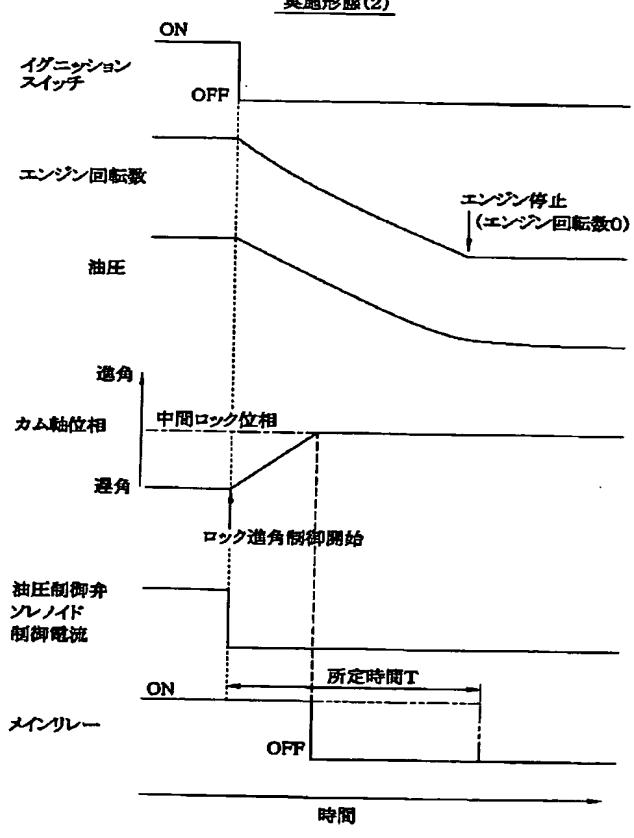
【図9】



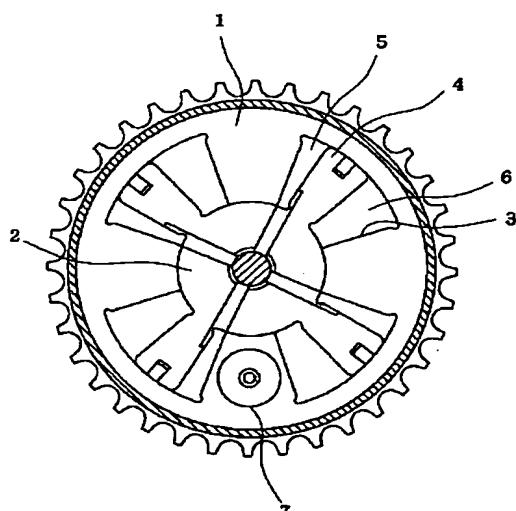
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 井上 正臣
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

F ターム(参考) 3G016 AA19 BA22 BA23 BA28 CA21
CA59 DA06 DA23 GA00 GA06
GA07
3G092 AA11 DA01 DA02 DA09 DF04
EA03 EA09 EA13 EC01 FA15
FA40 FB05 GA01 GA10 HA05Z
HA06Z HE00Z HE01Z HE03Z
HE08Z

**JPO and NCIPI are not responsible for any
damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The 1st body of revolution rotated synchronizing with an internal combustion engine's crankshaft, and the 2nd body of revolution connected with the cam shaft which is arranged said the 1st shape of body of revolution and the same axle, and carries out the closing motion drive of an intake valve or the exhaust air bulb, The vane which divides the fluid room which was established in either of said 1st body of revolution and said 2nd body of revolution, and was formed among both body of revolution in a tooth·lead·angle room and a lag room, The fluid pressure control means which controls the fluid pressure supplied to said tooth·lead·angle room and said lag room, By controlling said fluid pressure control means, changing the fluid pressure of said tooth·lead·angle room and said lag room, respectively, and carrying out relative rotation of said the 1st body of revolution and said 2nd body of revolution The valve timing control means which the rotation phase (henceforth a "cam shaft phase") of said cam shaft over said crankshaft is changed, and carries out adjustable control of the valve timing, In the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine having the relative rotation lock means energized so that said cam shaft phase might be locked with the middle lock phase located in the abbreviation middle of the range which can be adjusted at the time during a halt of an internal combustion engine of starting It has an engine halt command detection means to detect an internal combustion engine's halt command. Said valve timing control means The adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine characterized by controlling said fluid pressure control means to carry out the tooth lead angle of said cam shaft phase for a lock when said engine halt command detection means detects a halt command.

[Claim 2] The 1st body of revolution rotated synchronizing with an internal combustion engine's crankshaft, and the 2nd body of revolution connected with the cam shaft which is arranged said the 1st shape of body of revolution and the same axle, and carries out the closing motion drive of an intake valve or the exhaust air bulb, The vane which divides the fluid room which was established in either of said 1st body of revolution and said 2nd body of revolution, and was formed among both body of revolution in a tooth·lead·angle room and a lag room, The fluid pressure control means which controls the fluid pressure supplied to said tooth·lead·angle room and said lag room, By controlling said fluid pressure control means, changing the fluid pressure of said tooth·lead·angle room and said lag room,

respectively, and carrying out relative rotation of said the 1st body of revolution and said 2nd body of revolution The valve timing control means which the rotation phase (henceforth a "cam shaft phase") of said cam shaft over said crankshaft is changed, and carries out adjustable control of the valve timing, In the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine having the relative rotation lock means energized so that said cam shaft phase might be locked with the middle lock phase located in the abbreviation middle of the range which can be adjusted at the time during a halt of an internal combustion engine of starting It has an engine failure inclination judging means to judge whether it is the operational status which an engine stall tends to generate. Said valve timing control means The adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine characterized by controlling said fluid pressure control means to carry out the tooth lead angle of said cam shaft phase for a lock when judged with the operational status which an engine stall tends to generate with said engine failure inclination judging means.

[Claim 3] The 1st body of revolution rotated synchronizing with an internal combustion engine's crankshaft, and the 2nd body of revolution connected with the cam shaft which is arranged said the 1st shape of body of revolution and the same axle, and carries out the closing motion drive of an intake valve or the exhaust air bulb, The vane which divides the fluid room which was established in either of said 1st body of revolution and said 2nd body of revolution, and was formed among both body of revolution in a tooth-lead-angle room and a lag room, The fluid pressure control means which controls the fluid pressure supplied to said tooth-lead-angle room and said lag room, By controlling said fluid pressure control means, changing the fluid pressure of said tooth-lead-angle room and said lag room, respectively, and carrying out relative rotation of said the 1st body of revolution and said 2nd body of revolution The valve timing control means which the rotation phase (henceforth a "cam shaft phase") of said cam shaft over said crankshaft is changed, and carries out adjustable control of the valve timing, In the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine having the relative rotation lock means energized so that said cam shaft phase might be locked with the middle lock phase located in the abbreviation middle of the range which can be adjusted at the time during a halt of an internal combustion engine of starting It has an abnormality judging means to judge the existence of the abnormalities of a control system. Said valve timing control means The adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine characterized by controlling said fluid pressure control means to carry out the tooth lead angle of said cam shaft phase for a lock when judged with those with abnormalities with said abnormality judging means.

[Claim 4] The 1st body of revolution rotated synchronizing with an internal combustion engine's crankshaft, and the 2nd body of revolution connected with the cam shaft which is arranged said the 1st shape of body of revolution and the same axle, and carries out the closing motion drive of an intake valve or the exhaust air bulb, The vane which divides the fluid room which was established in either of said 1st body of revolution and said 2nd body

of revolution, and was formed among both body of revolution in a tooth-lead-angle room and a lag room, The fluid pressure control means which controls the fluid pressure supplied to said tooth-lead-angle room and said lag room, By controlling said fluid pressure control means, changing the fluid pressure of said tooth-lead-angle room and said lag room, respectively, and carrying out relative rotation of said the 1st body of revolution and said 2nd body of revolution The valve timing control means which the rotation phase (henceforth a "cam shaft phase") of said cam shaft over said crankshaft is changed, and carries out adjustable control of the valve timing, In the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine having the relative rotation lock means energized so that said cam shaft phase might be locked with the middle lock phase located in the abbreviation middle of the range which can be adjusted at the time during a halt of an internal combustion engine of starting Said fluid pressure control means is the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine characterized by the valve element being energized by the location which changes fluid pressure in the direction which carries out the tooth lead angle of said cam shaft phase at the time of an energization halt.

[Claim 5] It is the adjustable valve timing control unit of an internal combustion engine given in either of claims 1, 3, and 4 which are equipped with an engine failure inclination judging means to judge whether it is the operational status which an engine stall tends to generate, and are characterized by said valve timing control means controlling said fluid pressure control means to carry out the tooth lead angle of said cam shaft phase for a lock when judged with the operational status which an engine stall tends to generate with said engine failure inclination judging means.

[Claim 6] It is the adjustable valve timing control unit of an internal combustion engine given in either of claims 1, 2, and 4 which are equipped with an abnormality judging means to judge the existence of the abnormalities of a control system, and are characterized by said valve timing control means controlling said fluid pressure control means to carry out the tooth lead angle of said cam shaft phase for a lock when judged with those with abnormalities with said abnormality judging means.

[Claim 7] Said fluid pressure control means is the adjustable valve timing control unit of an internal combustion engine given in either of claims 1, 2, and 3 characterized by the valve element being energized by the location which changes fluid pressure in the direction which carries out the tooth lead angle of said cam shaft phase at the time of an energization halt.

[Claim 8] Said valve timing control means is the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 1 to 7 characterized by carrying out feedback control of said fluid pressure control means so that this cam shaft phase may be doubled with this middle lock phase, when said cam shaft phase carries out a tooth lead angle rather than said middle lock phase before the internal combustion engine stopped at the time of an internal combustion engine's halt command.

[Claim 9] Said valve timing control means is the adjustable valve timing control unit of the

internal combustion engine according to claim 1 to 8 characterized by controlling said fluid pressure control means to carry out the tooth lead angle of said cam shaft phase for a lock when an engine rotational frequency turns into below a predetermined rotational frequency.

[Claim 10] The adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 1 to 9 characterized by having the main relay control means which turns off said main relay when said cam shaft phase carries out the tooth lead angle of the current supply to a control system to the main relay turned on / turned off rather than said middle lock phase by the tooth lead angle control at the time of a halt of an internal combustion engine, or when [after an internal combustion engine's halt command is detected,] predetermined time has passed.

[Claim 11] The adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 1 to 10 characterized by applying said cam shaft phase at the time of an internal combustion engine stopping to the system currently controlled rather than said middle lock phase at the lag side.

[Claim 12] Said valve timing control means is the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine according to claim 1 to 11 characterized by controlling said fluid pressure control means to carry out the tooth lead angle of said cam shaft phase for a lock only when it is necessary to make said cam shaft phase lock with said middle lock phase and said cam shaft phase is located in a lag side rather than said middle lock phase.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine which had the function which locks a cam shaft phase with the middle lock phase located in the abbreviation middle of the range which can be adjusted at the time during a halt of an internal combustion engine of starting.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, in the internal combustion engine carried in a car, what adopted the adjustable valve timing control unit for the purpose of the improvement in an output, fuel consumption reduction, and exhaust air emission reduction is increasing. For example, as shown in drawing 12, the fundamental configuration of the adjustable valve timing control device of a vane method arranges the housing 1 which rotates synchronizing with an engine crankshaft, and Rota 2 connected with the cam shaft of an inhalation air (or exhaust air) bulb in the shape of the same axle, and divides it in the tooth lead angle room 5 and the lag room 6 by the vane 4 in which the fluid room 3 formed in housing 1 was established in Rota 2. And the rotation phase (henceforth a "cam shaft phase") of the cam shaft over a crankshaft is changed, and it is made to carry out adjustable control of the valve timing by controlling the oil pressure of the tooth lead angle

room 5 and the lag room 6 by the hydraulic control valve, and carrying out relative rotation of housing 1 and Rota 2 (vane 4).

[0003] In order to prevent the noise by vibration of the vane 4 at the time of starting, the adjustable valve timing control device of the conventional vane method is the maximum lag phase to which the lag of the cam shaft phase was carried out most, and he is trying to lock relative rotation with housing 1 and Rota 2 (vane 4) by the lock pin 7 at the time of an engine shutdown (at the time of an oil pressure fall). Therefore, in order to start with the maximum lag phase at the time of starting, the maximum lag phase is set as the phase suitable for starting.

[0004] However, with this configuration, since the maximum lag phase will be restricted with the phase at the time of starting (lock phase), the range of valve timing (cam shaft phase) which can be adjusted will be restricted with a lock phase, and there is a fault that the range of valve timing which can be adjusted is narrow.

[0005] Then, as shown in JP,9-324613,A, expanding the range of valve timing (cam shaft phase) which can be adjusted is proposed by setting the lock phase at the time of an engine shutdown as the abbreviation mid-position of the range of a cam shaft phase which can be adjusted.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, the lock pin 7 which locks a cam shaft phase is energized in the lock direction by the spring, and it is held with oil pressure during engine operation in a lock discharge location. And when an engine stops, and a cam shaft phase changes to a lag side and reaches to a middle lock phase by the fall of the oil pressure accompanying the fall of an engine speed (oil-pump rotational frequency), a lock pin 7 gets into a lock hole with a spring, and a cam shaft phase is locked with a middle lock phase. Here, the reason a cam shaft phase changes with oil pressure falls to a lag side is for the load torque of a cam shaft to work to a lag side.

[0007] However, with this configuration, in order not to reach a middle lock phase even if the cam shaft phase changes with oil pressure falls to the lag side if a cam shaft phase is already in a lag side rather than a middle lock phase in case an engine stops, there is a fault that a cam shaft phase cannot be locked with a middle lock phase. In short, with the conventional configuration, since it depends for the lock in a middle lock phase only on the fall of the oil pressure accompanying the fall of an engine speed (oil-pump rotational frequency), the case where the success or failure of the lock in a middle lock phase will be influenced by the physical relationship of the cam shaft phase at the time of an engine shutdown and a middle lock phase, and cannot lock a cam shaft phase with a middle lock phase arises.

[0008] At the time of next starting, if a cam shaft phase cannot be locked with a middle lock phase at the time of an engine shutdown, in order to start by the valve timing from which could not control valve timing (cam shaft phase) to desired value (near a middle lock phase), consequently it separated from desired value until an engine speed (oil-pump engine speed) goes up and oil pressure rises, startability will worsen and engine starting

time amount will become long. And since the location of a vane 4 is not fixed until oil pressure rises if it starts in the condition of not locking a cam shaft phase, a vane 4 also produces the problem that collide with housing 1 and the noise occurs.

[0009] This invention is made in consideration of such a situation, therefore the purpose is in offering the adjustable valve timing control unit of the internal combustion engine which can make the actuation which locks a cam shaft phase with a middle lock phase ensure.

[0010]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, when an engine halt command detection means detect an internal combustion engine's halt command is established in the adjustable valve-timing control unit of the internal combustion engine of claim 1 of this invention and this engine halt command detection means detects a halt command, a fluid-pressure control means controls to carry out the tooth lead angle of the cam shaft phase by the valve-timing control means for a lock (this control says as "lock tooth-lead-angle control" hereafter). Since the tooth lead angle of the cam shaft phase will be carried out by lock tooth-lead-angle control after that even if a cam shaft phase already suits a lag side rather than a middle lock phase at the time of halt command detection of an internal combustion engine if it does in this way, a cam shaft phase can be made in agreement with a middle lock phase, or the tooth lead angle of the cam shaft phase can be carried out rather than a middle lock phase. If a cam shaft phase carries out a tooth lead angle rather than a middle lock phase, a cam shaft phase will once come to reach a middle lock phase surely in the process in which it changes to the lag side, after that by the fluid pressure fall accompanying the fall of an engine speed (pump rotational frequency). For this reason, even if a cam shaft phase already suits a lag side rather than a middle lock phase at the time of halt command detection of an internal combustion engine, a cam shaft phase can certainly be locked with a middle lock phase.

[0011] Moreover, when it judges whether it is the operational status which an engine stall tends to generate with an engine failure inclination judging means like claims 2 and 5 and is judged with the operational status which an engine stall tends to generate, lock tooth-lead-angle control may be carried out. If it does in this way, a cam shaft phase can certainly be locked by lock tooth-lead-angle control also in the time of an engine stall at a middle lock phase.

[0012] Moreover, when the existence of the abnormalities of a control system is judged with an abnormality judging means and it is judged with those of a control system with abnormalities like claims 3 and 6, lock tooth-lead-angle control may be carried out. If it does in this way, for example will be in the condition that a cam shaft phase is correctly uncontrollable by abnormalities, such as a crank angle sensor and a cam angle sensor, to a target phase, lock tooth-lead-angle control is carried out, the tooth lead angle of the cam shaft phase is carried out, and a cam shaft phase comes to be soon located in a tooth-lead-angle side rather than a middle lock phase. For this reason, also in the condition that a cam shaft phase is uncontrollable by the abnormalities of a control system to a

target phase, in case an internal combustion engine is stopped, a cam shaft phase can be located in a tooth-lead-angle side rather than a middle lock phase, and a cam shaft phase can certainly be locked with a middle lock phase.

[0013] Moreover, you may make it a fluid pressure control means energize a valve element like claims 4 and 7 in the location which changes fluid pressure in the direction which carries out the tooth lead angle of the cam shaft phase at the time of an energization halt. Since the tooth lead angle of the cam shaft phase will be automatically carried out by the fluid pressure control means if energization of fluid pressure control means HE is stopped in case an internal combustion engine stops if it does in this way, a cam shaft phase can certainly be locked with a middle lock phase.

[0014] In addition, invention of claims 1-4 may be carried out independently, respectively, and it may combine and it may be carried out.

[0015] Moreover, when a cam shaft phase carries out a tooth lead angle like [phase / middle lock] claim 8 before the internal combustion engine stopped at the time of an internal combustion engine's halt command, it is good to carry out feedback control of the fluid pressure control means so that this cam shaft phase may be doubled with this middle lock phase. When doing in this way, an internal combustion engine stops and a cam shaft phase is already located in a tooth-lead-angle side rather than a middle lock phase, or when a cam shaft phase passes a middle lock phase by lock tooth-lead-angle control mentioned above and a tooth lead angle is carried out, a cam shaft phase can promptly and more certainly be locked with a middle lock phase by feedback control.

[0016] By the way, if an engine rotational frequency (oil-pump rotational frequency) falls, since fluid pressure will decline, when an engine rotational frequency becomes low too much, there is a possibility that it may become impossible to secure fluid pressure required to carry out the tooth lead angle of the cam shaft phase to a middle lock phase.

[0017] Then, before reaching the low rotation field it becomes impossible to secure the fluid pressure which needs an engine rotational frequency to carry out the tooth lead angle of the cam shaft phase to a middle lock phase like claim 9 when an engine rotational frequency turns into below a predetermined rotational frequency that is, it is good to start lock tooth-lead-angle control at the rotational frequency which gave allowances to some extent. If it does in this way, since lock tooth-lead-angle control of the cam shaft phase can be certainly carried out in the rotation field which can secure the fluid pressure which needs an engine rotational frequency to carry out the tooth lead angle of the cam shaft phase to a middle lock phase, the situation stop being able to carry out the tooth lead angle of the cam shaft phase to a middle lock phase by the fluid pressure fall by engine rotational frequency fall is beforehand avoidable.

[0018] Moreover, when a cam shaft phase carries out a tooth lead angle rather than a middle lock phase by the lock tooth-lead-angle control at the time of a halt of an internal combustion engine, or when [after an internal combustion engine's halt command is detected,] predetermined time (equivalent to time amount required for a cam shaft phase to carry out a tooth lead angle more than a middle lock phase) has passed, you may make it

turn off the main relay for current supply by the main relay control means like claim 10. Before a cam shaft phase carries out a tooth lead angle to a middle lock phase, it can prevent that main relay will be turned off, and if it does in this way, lock tooth·lead·angle control can be certainly performed until it carries out the tooth lead angle of the cam shaft phase more than a middle lock phase.

[0019] The adjustable valve timing control unit of this invention explained above has a cam shaft phase better than a middle lock phase at the time of an internal combustion engine stopping like claim 11 to apply to the system currently controlled at the lag side. Although a cam shaft phase cannot be locked with a middle lock phase in such a system unless it performs lock tooth·lead·angle control, in case an internal combustion engine stops, the effectiveness which can lock a cam shaft phase now with a middle lock phase, and applies this invention by performing lock tooth·lead·angle control is large.

[0020] Moreover, in the condition that the cam shaft phase is controlled rather than the middle lock phase at the tooth·lead·angle side, even if it does not perform lock tooth·lead·angle control, a cam shaft phase can be locked with a middle lock phase. Even in this case, if lock tooth·lead·angle control shall be performed, since the cam shaft phase keeps away from the middle lock phase by lock tooth·lead·angle control, time amount until it makes a cam shaft phase lock with a middle lock phase will become long.

[0021] Then, only when it is necessary to make a cam shaft phase lock with a middle lock phase and a cam shaft phase is located in a lag side rather than a middle lock phase like claim 12, it is good to be made to carry out lock tooth·lead·angle control. If it does in this way, when lock tooth·lead·angle control is unnecessary, it is not necessary to perform useless lock tooth·lead·angle control, and time amount until it makes a cam shaft phase lock with a middle lock phase can be shortened.

[0022]

[Embodiment of the Invention] The operation gestalt (1) which applied this invention to the adjustable valve timing control unit of an intake valve is explained based on drawing 1 thru/or drawing 9 below [an operation gestalt (1)]. As shown in drawing 1 , as for the DOHC engine 11 which is an internal combustion engine, the power from a crankshaft 12 is transmitted to the inspired air flow path cam shaft 16 and the exhaust side cam shaft 17 by the timing chain 13 through each sprockets 14 and 15. However, the valve timing adjusting device 18 which adjusts the amount of tooth lead angles of the inspired air flow path cam shaft 16 over a crankshaft 12 is formed in the inspired air flow path cam shaft 16. Moreover, the cam angle sensor 19 which detects a cam angle is installed in the periphery side of the inspired air flow path cam shaft 16, and, on the other hand, the crank angle sensor 20 which detects a crank angle is installed in the periphery side of a crankshaft 12.

[0023] An engine speed calculates the output signal of these crank angle sensor 20 and the cam angle sensor 19 from the frequency of the output pulse of the crank angle sensor 20 while it is inputted into the engine control circuit 21 and the real valve timing of an intake valve calculates it by this engine control circuit 21. Moreover, the output signal of the various sensors (the intake·pressure sensor 22, a coolant temperature sensor 23, throttle

sensor 24 grade) which detect an engine operation condition, and the output signal of an ignition switch 25 or a timer 26 are also inputted into the engine control circuit 21.

[0024] It performs adjustable valve timing control mentioned later, and this engine control circuit 21 carries out feedback control of the valve timing adjusting device 18 so that the real valve timing (the amount of real tooth lead angles of the inspired air flow path cam shaft 16) of an intake valve may be made in agreement with target valve timing (the amount of target tooth lead angles), while it performs fuel-injection control and ignition control based on the input signal of these various kinds. To the hydraulic circuit of this valve timing adjusting device 18, the oil in an oil pan mechanism 27 is supplied by the oil pump 28 through a hydraulic control valve 29 (fluid pressure control means), and the amount of real tooth lead angles of the inspired air flow path cam shaft 16 (real valve timing) is controlled by controlling that oil pressure by the hydraulic control valve 29.

[0025] Moreover, the plus terminal side of a dc-battery 73 is connected to the power supply terminal of the engine control circuit 21 through the switch 72 of main relay 71. If an ON signal is inputted from an ignition switch 25, the engine control circuit 21 will be energized to the relay drive coil 74 of main relay 71, will turn on the switch 72 of main relay 71, and will receive supply of a power source from a dc-battery 73. The power source supplied through main relay 71 is supplied to hydraulic-control-valve 29 grade and the control system whole [other than the engine control circuit 21]. After [of an ignition switch 25] off is held successingly at a predetermined time ON state, and main relay 71 can perform now lock tooth-lead-angle control mentioned later at the period.

[0026] Next, based on drawing 2 thru/or drawing 5 , the configuration of the valve timing adjusting device 18 is explained. The housing 31 (the 1st body of revolution) of the valve timing adjusting device 18 is being bound tight and fixed to the periphery of the inspired air flow path cam shaft 16 with the bolt 32 by the sprocket 14 supported free [rotation]. Thereby, rotation of a crankshaft 12 is transmitted to a sprocket 14 and housing 31 through a timing chain 13, and a sprocket 14 and housing 31 rotate synchronizing with a crankshaft 12.

[0027] On the other hand, the inspired air flow path cam shaft 16 is supported pivotable with the cylinder head 33 and a bearing cap 34, and Rota 35 (the 2nd body of revolution) binds it tight in the end section of this inspired air flow path cam shaft 16 with a bolt 37 through a stopper 36, and it is being fixed to it. This Rota 35 is contained free [relative rotation in housing 31].

[0028] As shown in drawing 3 and drawing 4 , two or more fluid rooms 40 are formed in the interior of housing 31, and each fluid room 40 is divided by the vane 41 formed in the periphery section of Rota 35 at the tooth-lead-angle room 42 and the lag room 43. And the periphery section of Rota 35 and the periphery section of a vane 41 are equipped with the seal member 44, respectively, and each seal member 44 is energized by flat spring 45 (refer to drawing 2) in the direction of a periphery. Thereby, the seal of the clearance between the peripheral face of Rota 35 and the inner skin of housing 31 and the clearance between the peripheral face of a vane 41 and the inner skin of the fluid room 40 is carried out by the

seal member 44.

[0029] As shown in drawing 2 , the annular tooth·lead·angle slot 46 and the annular lag slot 47 which were formed in the periphery section of the inspired air flow path cam shaft 16 are connected to the predetermined port of a hydraulic control valve 29, respectively, and when an oil pump 28 drives under the power of an engine 11, the oil pumped up from the oil pan mechanism 27 is supplied to the tooth·lead·angle slot 46 or the lag slot 47 through a hydraulic control valve 29. The tooth·lead·angle oilway 48 connected to the tooth·lead·angle slot 46 is formed so that it may be open for free passage to the circular tooth·lead·angle oilway 49 (refer to drawing 3) which penetrated the interior of the inspired air flow path cam shaft 16, and was formed in the left lateral of Rota 35, and this circular tooth·lead·angle oilway 49 is opening it for free passage in each tooth·lead·angle room 42. On the other hand, the lag oilway 50 connected to the lag slot 47 is formed so that it may be open for free passage to the circular lag oilway 51 (refer to drawing 4) which penetrated the interior of the inspired air flow path cam shaft 16, and was formed in the right lateral of Rota 35, and this circular lag oilway 51 is opening it for free passage in each lag room 43.

[0030] A hydraulic control valve 29 is a 4 port 3 location change·over valve which drives a valve element by the solenoid 53 and the spring 54, and is switched between the location which supplies oil pressure for the location of a valve element to the tooth·lead·angle room 42, the location which supplies oil pressure to the lag room 43, and the location which supplies oil pressure to neither the tooth·lead·angle room 42 nor the lag room 43. At the time of an energization halt of a solenoid 53, a valve element is automatically switched to the location which supplies oil pressure to the tooth·lead·angle room 42 with a spring 54, and oil pressure works in the direction which carries out the tooth lead angle of the cam shaft phase.

[0031] Where the oil pressure more than place constant pressure is supplied to the tooth·lead·angle room 42 and the lag room 43, a vane 41 is fixed with the oil pressure of the tooth·lead·angle room 42 and the lag room 43, rotation of the housing 31 by rotation of a crankshaft 12 is transmitted to Rota 35 (vane 41) through oil, and the rotation drive of the inspired air flow path cam shaft 16 is carried out in one with Rota 35. During engine operation, it is controlling the oil pressure of the tooth·lead·angle room 42 and the lag room 43 by the hydraulic control valve 29, and carrying out relative rotation of housing 31 and Rota 35 (vane 41), and it controls the rotation phase (henceforth a "cam shaft phase") of the inspired air flow path cam shaft 16 over a crankshaft 12, and carries out adjustable [of the valve timing of an intake valve]. In addition, the torsion coiled spring 55 (refer to drawing 2) which assists with the spring force the oil pressure force of making the relative rotation of Rota 35 carrying out in the direction of a tooth lead angle at the time of tooth·lead·angle control is held in the sprocket 14.

[0032] Moreover, as shown in drawing 3 and drawing 4 , the stopper section 56 which regulates the relative rotation range of Rota 35 (vane 41) to housing 31 is formed in the both·sides section of any one vane 41, and the maximum lag phase of a cam shaft phase

and the maximum tooth-lead-angle phase are regulated by this stopper section 56. Furthermore, in the lock pin hold hole 57 formed in other vanes 41, the lock pin 58 (relative rotation lock means) for locking relative rotation with housing 31 and Rota 35 (vane 41) is held, and a cam shaft phase is locked in the abbreviation mid-position (middle lock phase) of that range that can be adjusted by getting into the lock hole 59 (referring to drawing 2) where this lock pin 58 was formed in housing 31. This middle lock phase is set as the phase suitable for starting.

[0033] As shown in drawing 6 and drawing 7, a lock pin 58 is inserted possible [sliding in the cylinder member 61 by which fitting was carried out to the inner circumference of the lock pin hold hole 57], and is energized in the lock direction (the protrusion direction) with the spring 62. Moreover, the clearance between the cylinder member 61 and a lock pin 58 is divided at the lock oil pressure room 64 and the oil pressure room 65 for lock discharge maintenance by the valve portion 63 formed in the central periphery section of a lock pin 58. And in order to supply oil pressure to the lock oil pressure room 64 and the oil pressure room 65 for lock discharge maintenance from the tooth-lead-angle room 42, the lock oilway 66 which is open for free passage in the tooth-lead-angle room 42, and the oilway 67 for lock discharge maintenance are formed in the vane 41. Moreover, the lock discharge oilway 68 which opens the lock hole 59 and the lag room 43 for free passage is formed in housing 31.

[0034] As shown in drawing 6, at the time of the lock of a lock pin 58, the valve portion 63 of a lock pin 58 closes the oilway 67 for lock discharge maintenance, and will be in the condition of having made the lock oil pressure room 64 opening the lock oilway 66 for free passage. Thereby, oil pressure is supplied to the lock oil pressure room 64 from the tooth-lead-angle room 42, with this oil pressure and spring 62, a lock pin 58 is held at the condition of getting into the lock hole 59, and a cam shaft phase is locked with a middle lock phase.

[0035] Although the oil pressure (oil pressure of the tooth-lead-angle room 42) of the lock oil pressure room 64 falls during an engine shutdown, a lock pin 58 is held with a spring 62 in a lock location. Therefore, if engine starting is performed where a lock pin 58 is held in a lock location (middle lock phase), and the oil pressure (oil pressure of the lag room 43) of the lock hole 59 becomes high after engine starting, the lock of a lock pin 58 will be canceled as follows by the oil pressure. The oil pressure (force of the lock discharge direction) supplied to the lock hole 59 through the lock discharge oilway 68 after engine starting from the lag room 43 If it becomes larger than the resultant force (force of the lock direction) with the oil pressure (oil pressure of the tooth-lead-angle room 42) of the lock oil pressure room 64, and the spring force of a spring 62 With the oil pressure of the lock hole 59, a lock pin 58 is extruded from the lock hole 59, it moves to the lock discharge location of drawing 7, and the lock of a lock pin 58 is canceled.

[0036] In the state of this lock discharge, as shown in drawing 7, the valve portion 63 of a lock pin 58 closes the lock oilway 66, and will be in the condition of having made the oil pressure room 65 for lock discharge maintenance opening the oilway 67 for lock discharge

maintenance for free passage. Thereby, oil pressure is supplied to the oil pressure room 65 for lock discharge maintenance from the tooth·lead·angle room 42, and with the oil pressure (oil pressure of the tooth·lead·angle room 42) of the oil pressure room 65 for this lock discharge maintenance, and the oil pressure (oil pressure of the lag room 43) of the lock hole 59, a lock pin 58 resists a spring 62 and is held in a lock discharge location.

[0037] during engine operation, since either oil pressure of the tooth·lead·angle room 42 and the lag room 43 is high, a lock pin 58 holds in a lock discharge location with the oil pressure -- having -- housing 31 and Rota 35 -- relativity -- it is held at a rotatable condition (that is, condition in which valve timing control is possible).

[0038] It calculates the target valve timing (the amount of target tooth lead angles of the inspired air flow path cam shaft 16) of an intake valve based on the output of the intake·pressure sensor 22 and the various sensors which detect the engine operation condition of coolant temperature sensor 23 grade while the engine control circuit 21 functions also as a valve timing control means as used in the field of a claim and calculating the real valve timing (the amount of real tooth lead angles of the inspired air flow path cam shaft 16) of an intake valve during engine operation based on the output signal of the crank angle sensor 20 and the cam angle sensor 19. And feedback control of the hydraulic control valve 29 of the valve timing adjusting device 18 is carried out so that the real valve timing of an intake valve may be made in agreement with target valve timing. A cam shaft phase is changed and the real valve timing of an intake valve is made in agreement with target valve timing by controlling the oil pressure of the tooth·lead·angle room 42 and the lag room 43, and carrying out relative rotation of housing 31 and Rota 35 by this.

[0039] Then, since the discharge pressure of an oil pump 28 will fall if an engine speed falls in case an engine 11 is stopped, the oil pressure of the tooth·lead·angle room 42 or the lag room 43 falls. If the oil pressure (oil pressure of the tooth·lead·angle room 42) of the oil pressure room 65 for lock discharge maintenance and the oil pressure (oil pressure of the lag room 43) of the lock hole 59 fall and the spring force of a spring 62 comes to overcome such oil pressure by this, according to the spring force of a spring 62, a lock pin 58 will project and it will come to get into the lock hole 59. However, in order for a lock pin 58 to get into the lock hole 59, it becomes conditions that both location is in agreement, i.e., the cam shaft phase is in agreement with a middle lock phase.

[0040] In case an engine 11 stops, in order for an engine speed (rotational frequency of an oil pump 28) to fall and for oil pressure to fall, a lock pin 58 is made to get into the lock hole 59 in the process, as the cam shaft phase changes with the load torque of a cam shaft 16 to the lag side automatically and it is shown in drawing 6 , and it is necessary to lock a cam shaft phase with a middle lock phase. However, since a lock pin 58 will not arrive at the lock hole 59 even if the cam shaft phase changes with oil pressure falls to the lag side if a cam shaft phase is already in a lag side rather than a middle lock phase in case an engine 11 stops, a cam shaft phase cannot be locked with a middle lock phase.

[0041] Then, the engine control circuit 21 controls a hydraulic control valve 29 by

performing the lock tooth·lead·angle control program shown in drawing 8 to carry out the tooth lead angle of the cam shaft phase for a lock, when [, such as the time of an engine shutdown,] it is necessary to make a cam shaft phase lock with a middle lock phase (this control is hereafter called "lock tooth·lead·angle control").

[0042] As for the lock tooth·lead·angle control program of drawing 8 , the engine control circuit 21 is performed periodically working. If this program is started, it will judge by whether the engine shutdown command was taken out with step 101, and whether the ignition switch 25 was turned off first. Processing of this step 101 plays a role of an engine halt command detection means as used in the field of a claim. As mentioned above, since after [of an ignition switch 25] off is held at a predetermined time ON state, main relay 71 can perform lock tooth·lead·angle control which states below at the period.

[0043] When judged with the ignition switch 25 having been turned off and the engine shutdown command having been taken out with step 101, it progresses to step 102 and tooth·lead·angle control of a cam shaft phase is started. This tooth·lead·angle control stops energization of the solenoid 53 of a hydraulic control valve 29, it switches a valve element to the location which supplies oil pressure to the tooth·lead·angle room 42, makes oil pressure act in the direction which carries out the tooth lead angle of the cam shaft phase, and makes coincidence discharge the oil pressure of the lag room 43 to a drain with the spring 54 of a hydraulic control valve 29. under the present circumstances, since fuel injection was suspended, the engine speed (oil·pump rotational frequency) fell, oil pressure fell, but (refer to drawing 9) after the engine shutdown command was mentioned above when it was the rotational frequency which can idle -- it twists and tooth·lead·angle control is attained with oil pressure by considering the spring force of the direction of a tooth lead angle of coiled spring 55 as assistance.

[0044] It progresses to step 103 after tooth·lead·angle control initiation, and if it judges whether the cam shaft phase (real valve timing of an intake valve) computed based on the output signal of the crank angle sensor 20 and the cam angle sensor 19 carried out the tooth lead angle rather than the middle lock phase and the cam shaft phase has not carried out a tooth lead angle rather than a middle lock phase, it progresses to step 104 and tooth·lead·angle control (energization halt of a solenoid 53) of a cam shaft phase is continued.

[0045] On the other hand, when judged with the cam shaft phase carrying out the tooth lead angle rather than the middle lock phase at step 103, it progresses to step 105, and feedback control of the hydraulic control valve 29 is carried out so that a cam shaft phase may be doubled with a middle lock phase.

[0046] Then, if it progresses to step 104 or step 106 from 105, it judges whether it is that the engine 11 stopped (an engine speed is 0) and the engine 11 has not stopped, tooth·lead·angle control of return and a cam shaft phase or the feedback control to a middle lock phase is repeated to the above-mentioned step 103 (steps 103-105). Thus, while the cam shaft phase is controlled near the middle lock phase, when the spring force of the spring 62 of a lock pin 58 comes to overcome oil pressure by the fall of the oil pressure

accompanying the fall of an engine speed, a lock pin 58 projects, it gets into the lock hole 59, and a cam shaft phase is locked with a middle lock phase. Then, this program is ended when judged with the engine having stopped at step 106.

[0047] It judges whether there are any abnormalities of the sensor (the crank angle sensor 20 and cam angle sensor 19 grade) which progresses to step 107 and is used for valve timing control at step 101 on the other hand when an ignition switch 25 is judged to be ON. Processing of this step 107 plays a role of an abnormality judging means as used in the field of a claim. When judged with having no abnormalities in a sensor, it progresses to step 108 and judges whether it is the operational status it is easy to generate that it is an engine failure inclination, i.e., an engine stall. Therefore, an engine failure inclination is judged in the size of the engine rotation fluctuation for example, in a low-engine-speeds field. Processing of this step 108 plays a role of an engine failure inclination judging means as used in the field of a claim. At this step 108, when judged with it not being an engine failure inclination, it progresses to step 109 and an engine speed judges whether it is below the predetermined rotational frequency S. Here, the predetermined rotational frequency S is set as a rotational frequency somewhat higher than the rotational frequency it becomes impossible to secure oil pressure required to carry out the tooth lead angle of the cam shaft phase to a middle lock phase.

[0048] When judged with an engine failure inclination at step 108, or when an engine speed is judged at step 109 to be below the predetermined rotational frequency S, tooth-lead-angle control of a cam shaft phase or the feedback control to a middle lock phase is repeated until it progresses to step 102, it starts tooth-lead-angle control (energization halt of a solenoid 53) of a cam shaft phase and an engine 11 stops (steps 103-106). While the cam shaft phase is controlled near the middle lock phase, when the spring force of the spring 62 of a lock pin 58 comes to overcome oil pressure by this, a cam shaft phase is locked by the lock pin 58 with a middle lock phase.

[0049] The usual valve timing control which judges it as a normal engine operation condition, progresses to step 110, and controls a cam shaft phase (real valve timing) by step 108,109 mentioned above to a target phase (target valve timing) when both judged with "No" is carried out.

[0050] On the other hand, at the above-mentioned step 107, since it is in the condition which cannot control a cam shaft phase correctly to a target phase when judged with those with the abnormalities in a sensor, it progresses to step 111 and tooth-lead-angle control (energization halt of a solenoid 53) of a cam shaft phase is carried out. In with the abnormalities in a sensor, tooth-lead-angle control of a cam shaft phase is performed, and a cam shaft phase comes to be located in a tooth-lead-angle side rather than a middle lock phase until an engine 11 stops.

[0051] The example of activation of lock tooth-lead-angle control of the operation gestalt (1) explained above is explained using the timing diagram of drawing 9 . Drawing 9 is the example which the cam shaft phase applied to the system currently controlled rather than the middle lock phase at the lag side, when an ignition switch 25 is turned off (at the time

of idling operation).

[0052] Although an engine speed (oil-pump engine speed) falls and oil pressure falls since fuel injection is suspended if an ignition switch 25 is turned off, off, more, energization of the solenoid 53 of a hydraulic control valve 29 is stopped, and it is switched to the location of an ignition switch 25 where a valve element supplies oil pressure to the tooth-lead-angle room 42 with the spring 54 of a hydraulic control valve 29. Thereby, tooth-lead-angle control of a cam shaft phase is started, and the cam shaft phase changes in the direction of a tooth lead angle.

[0053] Then, as a dotted line shows to drawing 9, when a cam shaft phase passed and carries out the tooth lead angle of the middle lock phase, feedback control of the control current of a solenoid 53 is carried out, and a cam shaft phase is returned to a middle lock phase. If the spring force of the spring 62 of a lock pin 58 comes to overcome oil pressure while the cam shaft phase is controlled by such tooth-lead-angle control or feedback control to a middle lock phase near the middle lock phase, a lock pin 58 gets into the lock hole 59, and a cam shaft phase will be in the condition of having been locked with the middle lock phase. Then, an engine 11 stops.

[0054] If an ignition switch 25 is turned off, since the tooth lead angle of the cam shaft phase will be carried out by lock tooth-lead-angle control with this operation gestalt (1) more than a middle lock phase, even if a cam shaft phase suits a lag side rather than a middle lock phase at the time of OFF of an ignition switch 25, a cam shaft phase can certainly be locked with a middle lock phase by lock tooth-lead-angle control, so that clearly from the above explanation. Thereby, while being able to improve the startability of a next engine, the noise by vibration of the vane at the time of starting can be prevented.

[0055] and with this operation gestalt (1), when a cam shaft phase is already located in a tooth-lead-angle side rather than a middle lock phase at the time of lock tooth-lead-angle control Since the cam shaft phase passed the middle lock phase by lock tooth-lead-angle control, and it was made to perform feedback control to a middle lock phase when a tooth lead angle was carried out, a cam shaft phase can promptly and more certainly be locked with a middle lock phase by feedback control.

[0056] However, this invention is good also as a configuration which does not perform feedback control to a middle lock phase. Even in this case, if a cam shaft phase carries out a tooth lead angle by lock tooth-lead-angle control more than a middle lock phase, after that, by the oil pressure fall accompanying the fall of an engine speed (pump rotational frequency), a cam shaft phase surely comes to reach a middle lock phase in the process in which it changes to the lag side, and can certainly lock a cam shaft phase with a middle lock phase.

[0057] Moreover, with this operation gestalt (1), since it is made to carry out lock tooth-lead-angle control also when it is the operational status which an engine stall tends to generate, also in the time of an engine stall, a cam shaft phase can certainly be locked with a middle lock phase, and the startability of a next engine can be improved.

[0058] By the way, if an engine speed (oil-pump engine speed) falls, since oil pressure will

fall, when an engine speed becomes low too much, there is a possibility that it may become impossible to secure oil pressure required to carry out the tooth lead angle of the cam shaft phase to a middle lock phase.

[0059] In that respect, when an engine speed becomes below the predetermined rotational frequency S with this operation gestalt (1), That is, since he is trying to start lock tooth·lead·angle control before reaching the low rotation field it becomes impossible to secure oil pressure required for an engine speed to carry out the tooth lead angle of the cam shaft phase to a middle lock phase The situation stop being able to carry out the tooth lead angle of the cam shaft phase to a middle lock phase by the oil pressure fall by engine·speed fall is beforehand avoidable.

[0060] Moreover, with this operation gestalt (1), in case an engine 11 is stopped also in the condition that a cam shaft phase is uncontrollable by the abnormalities in a sensor to a target phase since it is made to carry out lock tooth·lead·angle control when judged with those with the abnormalities in a sensor, a cam shaft phase can be located in a tooth·lead·angle side rather than a middle lock phase. For this reason, also in the time of a sensor abnormal occurrence, at the time of an engine shutdown, a cam shaft phase surely comes to reach a middle lock phase in the process in which it changes to the lag side, by the oil pressure fall accompanying the fall of an engine speed (pump rotational frequency), and a cam shaft phase can certainly be locked with a middle lock phase.

[0061] In addition, when the existence of the abnormalities of the whole valve timing control system containing a sensor is supervised and valve timing control becomes unusual, it may be made to carry out lock tooth·lead·angle control.

[0062] With this operation gestalt (1), moreover, a hydraulic control valve 29 Since a valve element is automatically switched to the location which supplies oil pressure to the tooth·lead·angle room 42 with a spring 54 at the time of an energization halt of a solenoid 53 Even if main relay 71 should be turned off in the middle of lock tooth·lead·angle control, oil pressure can be successingly used in the direction which carries out the tooth lead angle of the cam shaft phase, and the tooth lead angle of the cam shaft phase can be carried out more than a middle lock phase. However, you may make it oil pressure commit this invention in the direction which carries out the tooth lead angle of the cam shaft phase at the time of energization of a solenoid 53.

[0063] By the way, in the condition that the cam shaft phase is controlled rather than the middle lock phase at the tooth·lead·angle side, when an ignition switch 25 is turned off, even if it does not perform lock tooth·lead·angle control, a cam shaft phase can be locked with a middle lock phase. Even in this case, if lock tooth·lead·angle control shall be performed, since the cam shaft phase keeps away from the middle lock phase by lock tooth·lead·angle control, time amount until it makes a cam shaft phase lock with a middle lock phase will become long.

[0064] Then, in the lock tooth·lead·angle control program of drawing 8 , only when judged with adding the processing which judges whether a cam shaft phase is located in a lag side rather than a middle lock phase, and a cam shaft phase being located rather than a middle

lock phase before step 102 at a lag side, it may be made to carry out lock tooth-lead-angle control after step 102. If it does in this way, when lock tooth-lead-angle control is unnecessary, it is not necessary to perform useless lock tooth-lead-angle control, and time amount until it makes a cam shaft phase lock with a middle lock phase can be shortened.

[0065] In addition, although after OFF of an ignition switch 25 holds main relay 71 to a predetermined time ON state and can perform the lock tooth-lead-angle control program of drawing 8 with this operation gestalt (1) at the period When it considers as the configuration which energizes the valve element of a hydraulic control valve 29 like this operation gestalt (1) in the location which supplies oil pressure to the tooth-lead-angle room 42 with a spring 54 Main relay 71 is turned off in OFF and coincidence of an ignition switch 25, and you may make it intercept the current supply of a system. In this case, since energization of the solenoid 53 of a hydraulic control valve 29 is stopped by OFF and coincidence of an ignition switch 25, it is switched to the location where a valve element supplies oil pressure to the tooth-lead-angle room 42 with the spring 54 of a hydraulic control valve 29, and oil pressure comes to work in the direction which carries out the tooth lead angle of the cam shaft phase. Thereby, also where current supply is intercepted, the tooth lead angle of the cam shaft phase can be carried out more than a middle lock phase, and a cam shaft phase can be locked with a middle lock phase.

[0066] With the [operation gestalt (2)] above-mentioned implementation gestalt (1), since after [of an ignition switch 25] off is held at the predetermined time ON state set up beforehand, main relay 71 can perform lock tooth-lead-angle control at the period. That is, when a cam shaft phase carries out a tooth lead angle to a middle lock phase, you may make it turn off main relay 71 immediately with the above-mentioned operation gestalt (1), although the stage to turn off main relay 71 was always fixed.

[0067] With the operation gestalt (2) of this invention which materialized this, the engine control circuit 21 performs the main relay control program of drawing 10 with the lock tooth-lead-angle control program of drawing 8 . The Main control program of drawing 10 is started by OFF and coincidence of an ignition switch 25, and plays a role of a main relay control means as used in the field of a claim. In this program, the processing (step 201) which judges whether the cam shaft phase carried out the tooth lead angle rather than the middle lock phase, and the processing (step 202) which judges whether predetermined time T has passed since OFF of an ignition switch 25 are repeated a predetermined period. Here, predetermined time T gives allowances to time amount required for for example, a cam shaft phase to carry out a tooth lead angle more than a middle lock phase to some extent, and is set as it.

[0068] Then, when judged with "Yes" at step 201 or step 202, it progresses to step 203, main relay 71 is turned off, and this program is ended. In addition, with this operation gestalt (2), since main relay 71 is immediately turned off when a cam shaft phase carries out a tooth lead angle to a middle lock phase, when performing the lock tooth-lead-angle control program of drawing 8 , processing (step 103,105) of the feedback control to a middle lock phase becomes unnecessary.

[0069] According to this operation gestalt (2) explained above, like the example of activation shown in drawing 11, when a cam shaft phase reaches a middle lock phase by lock tooth·lead·angle control, main relay 71 is turned off (continuous line in drawing 11). Thereby, the ON time amount (current supply time amount) of the main relay 71 after OFF of an ignition switch 25 can always be set as necessary minimum. Moreover, by the time predetermined time T has passed since OFF of an ignition switch 25, when the tooth lead angle of the cam shaft phase cannot be carried out rather than a middle lock phase as fail-safe when the abnormalities in a system occur and predetermined time T passes, main relay 71 is turned off (two-dot chain line in drawing 1111). Thereby, the situation where main relay 71 continues being turned on for a long time at the time of the abnormalities in a system can be prevented beforehand. However, you may make it omit processing of step 202 of drawing 10 in this operation gestalt (2).

[0070] Although each operation gestalt explained above applies this invention to the adjustable valve timing control device of an intake valve, this invention may be applied to the adjustable valve timing control device of an exhaust air bulb. In addition, this invention may change the structure of a valve timing adjusting device suitably, and, in short, should just be the valve timing adjusting device of the method which locks a cam shaft phase with a middle lock phase.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The outline block diagram of the whole control system in which the operation gestalt (1) of this invention is shown

[Drawing 2] Drawing of longitudinal section of a valve timing adjusting device

[Drawing 3] The sectional view shown along with the A·A line of drawing 2

[Drawing 4] The sectional view shown along with the B·B line of drawing 2

[Drawing 5] The sectional view shown along with the C·C line of drawing 4

[Drawing 6] The partial expanded sectional view showing the lock condition of a lock pin

[Drawing 7] The partial expanded sectional view showing the lock discharge condition of a lock pin

[Drawing 8] The flow chart which shows the flow of processing of a lock tooth·lead·angle control program

[Drawing 9] The timing diagram which shows the example of control of an operation gestalt (1)

[Drawing 10] The flow chart which shows the flow of processing of the main relay control program in the operation gestalt (2) of this invention

[Drawing 11] The timing diagram which shows the example of control of an operation gestalt (2)

[Drawing 12] The sectional view of the conventional valve timing adjusting device

[Description of Notations]

11 .. An engine (internal combustion engine), 12 .. 14 A crankshaft, 15 .. Sprocket, 16 .. An air inlet cam shaft, 17 .. An exhaust cam shaft, 18 .. Valve timing adjusting device, 19 .. A cam angle sensor, 20 .. A crank angle sensor, 21 .. Engine control circuit (a valve timing control means, an engine halt command detection means, an engine failure inclination judging means, an abnormality judging means, main relay control means), 25 .. An ignition switch, 28 .. An oil pump, 29 .. Hydraulic control valve (fluid pressure control means), 31 [.. A vane, 42 / .. A tooth-lead-angle room, 43 / .. A lag room, 53 / .. A solenoid, 54 / .. A spring, 58 / .. A lock pin (relative rotation lock means), 59 / .. A lock hole, 71 / .. Main relay.] .. Housing (the 1st body of revolution), 35 .. Rota (the 2nd body of revolution), 40 .. A fluid room, 41